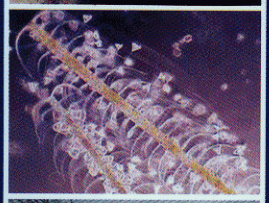
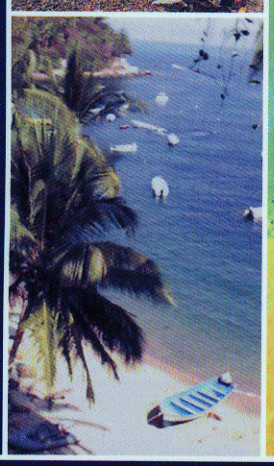
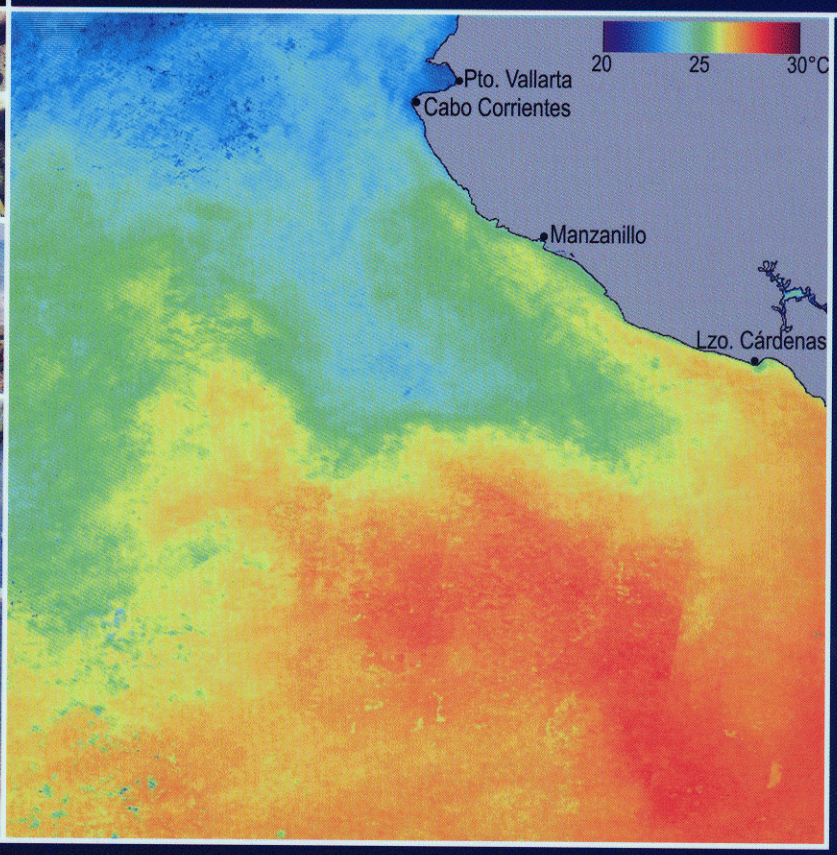
SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Editado por:
Ma. del Carmen Jiménez Quiroz
Elaine Espino Barr





Instituto Nacional de la Pesca

Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán

Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán

Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán

Ma. del Carmen Jiménez Quiroz
Elaine Espino Barr
(Editoras)

CRIP-Manzanillo

Directorio

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Dr. Guillermo Compeán Jiménez
Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca

M.C. Ignacio Méndez Gómez-Humarán
Director General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur

M.C. Gabriel Aldana Flores
Director del Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo

Primera edición, 2006

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo
María del Carmen Jiménez Quiroz y Elaine Espino Barr
Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, México
pescariberenia@gmail.com, mcjquiroz@hotmail.com

ISBN 968800-695-5

Coordinación Editorial:
Revisión de estilo
Lurdes Asiain

Créditos de la portada:

Diseño:
Exfera Creativa
L.D.G. Edna Macías
L.D.G. Iytzia A. Flores G.
Fotografías:
Fernando Hernández Prado
Francisco McCann
Elaine Espino Barr
Héctor Ortiz Lira

Imagen de temperatura superficial marina de enero de 2000, tomada por el Sensor AVHRR instalado en el Satélite NOAA. Imagen proporcionada por el BITSMEX (ICMYL-UNAM). Responsables: Dr. Artemio Gallegos García, Dr. Ranulfo Rodríguez Sobreyra y el Ing. Erick Márquez García.

Contenido

Presentación 11

Prólogo 12

Agradecimientos 13

Marco Ambiental

Oceanografía Física

Una climatología de la temperatura de la superficie del mar de las aguas adyacentes a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, México: 1996-2003 17
Artemio Gallegos, Ranulfo Rodríguez, Erik Márquez, Raymundo Lecuanda y Jorge Zavala-Hidalgo

Surgencia y vientos favorables en la costa oriental del Pacífico mexicano 29
Sergei N. Bulgakov y Alejandro Martínez Zatarain

Condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral de Colima durante el año 2002 41
Marco Antonio Galicia Pérez, Juan H. Gaviño Rodríguez, Ernesto Torres Orozco y Maximiliano Sánchez Barajas

Oceanografía Química

Distribución horizontal de nutrientes y clorofila-*a* sobre la plataforma continental del estado de Colima durante 2002 53
Aramis Olivos Ortiz, José de Jesús Salas Pérez, Geraldine García Uribe, Marco Antonio Galicia Pérez, Ernesto Torres Orozco y Sonia I. Quijano Scheggia

Caracterización y transporte de sedimentos en la Costa Norte de Colima 66
Alejandro O. Meyer Willerer, Reynaldo Vargas Laue y Marco Antonio Galicia Pérez

Ciclo anual de variables hidrobiológicas en el estuario Barra de Navidad, México 81
Alejandro O. Meyer Willerer, B. Berenice Velázquez González y Manuel Patiño Barragán

Biología Moluscos

Biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región 103
Eduardo Ríos Jara, Martín Pérez Peña, Ernesto López Uriarte, Ildefonso Enciso Padilla y Eduardo Juárez Carrillo

Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México 121
Óscar Efraín Holguín Quiñones

Biología Crustáceos

Crustáceos demersales de importancia pesquera en la plataforma continental de Jalisco y Colima .135
Emilio Michel Morfin, Judith Arciniega Flores, Víctor Landa Jaime y Rafael García de Quevedo Machain

Biología Peces

Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas 149
José Luis Castro Aguirre, Adrián F. González Acosta, José de la Cruz Agüero y Rodrigo Moncayo Estrada

Estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México (1996) 166
Carlos Solís Gil y Ma. del Carmen Jiménez Quiroz

Peces de arrecifes rocosos de las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima, México 174
Juan Carlos Chávez Comparán, Elaine Espino Barr y Basilio Lara Chavez

Peces de importancia ecológica y comercial asociados a fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México 180
José Mariscal Romero y Albert M. van der Heiden

Distribución y abundancia de los lenguados en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (1995-1996). 196
Luz Estela Rodríguez Ibarra

Comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* en la costa de Jalisco y Colima, México 209
Mirella Saucedo Lozano, Alma Rosa Raymundo Huizar y Carmen Valadez González

Dieta de siete especies de peces de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México 219
Alma R. Raymundo Huizar, Mirella Saucedo Lozano y Carmen Valadez González

Aspectos tróficos de las rayas bentónicas de Jalisco y Colima 235
Carmen Valadez González, Mirella Saucedo Lozano y Alma Rosa Raymundo Huizar

Aspectos de la reproducción de *Porichthys margaritatus* (Batrachoididae) en la costa sur de Jalisco y Colima 250
Salvador Ruiz Ramírez y Gabriela Lucano Ramírez

Características reproductivas de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae), recolectados con dos artes de pesca en la costa sur de Jalisco, México 258
Gabriela Lucano Ramírez y Salvador Ruiz Ramírez

Ictioplancton en las Bahías de Chamela, Jalisco y Manzanillo, Colima (ciclo 2001-2002) 266
Claudia Silva Segundo, René Funes Rodríguez, Elva Guadalupe Robles Jarero y Eduardo Ríos Jara

Distribución y abundancia de las larvas de peces perciformes y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México 281
María del Carmen Navarro Rodríguez y Ramiro Flores Vargas

Biología- Macroalgas, Productividad Primaria, Fitoplancton y Mareas Rojas

Macroalgas del límite norte del Pacífico tropical mexicano 299
Ildefonso Enciso Padilla y Elisa Serviere Zaragoza

Producción primaria en el Pacífico tropical mexicano estimada a partir de datos derivados de sensores remotos 315
Ramón Sosa Ávalos, Marcos David Martínez Gaxiola y Gilberto Gaxiola Castro

Registro de eventos de Marea Roja en Manzanillo, Colima (1986-2004) 324
Juan Héctor Ortiz Lira y Ma. del Carmen Jiménez Quiroz

Cambios en la comunidad de diatomeas de la laguna de Cuyutlán (Colima, México), resultantes de la apertura de un canal de comunicación con el océano Pacífico 335
Sonia I. Quijano Scheggia, Ma. del. Carmen Jiménez Quiroz, Aramis Olivos Ortiz, Marco Antonio Galicia Pérez, Juan H. Gaviño Rodríguez y Alejandro O. Meyer Willerer

Contaminación
Basura marina en la costa de Manzanillo, Colima. 359
Lidia Silva Íñiguez, Claudia Guadalupe Gutiérrez Corona y Roxana Pérez López

Biología Reptiles
Los cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México 375
Helios Hernández Hurtado, Rafael García de Quevedo Machain y Pablo S. Hernández Hurtado

Conservación y protección de la tortuga marina en la costa de Manzanillo, Colima, durante cuatro temporadas de desove (2001–2004) 390
Sonia I. Quijano Scheggia, Aramis Olivos Ortiz, Juan H. Gaviño Rodríguez, Marco Antonio Galicia Pérez, María Teresa Ruiz Vallejo y Roxana Pérez López

Programa de conservación e investigación de tortugas marinas en el Santuario Playón de Mismaloya, Jalisco 398
José Antonio Trejo Robles, Rosa Estela Carretero Montes, Francisco de Asís Silva Bátiz y Felipe Javier López Chávez

Actividades de protección, investigación y manejo de tortugas marinas en Colima y Jalisco 410
Sergio Aguilar Olguín, Estela Carretero Montes, Armando Hernández Corona, L. Hernández Jiménez, Ma. del Carmen Jiménez Quiroz, René Márquez Millán, Ma. de la Cruz Rivera Rodríguez, José Antonio Trejo Robles, Heriberto Santana Hernández, Francisco de Asís Silva Bátiz y Juan Javier Valdez Flores

Pesquerías
Crustáceos
Características de la pesquería del camarón en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (1994-1997) 425
Elisa Andrade Tinoco y Elaine Espino Barr

Dinámica poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. 437
Antonio Estrada Valencia y Elaine Espino Barr

Biología y pesca de la langosta azul *Panulirus inflatus* en la costa central de Jalisco, México 448
Eduardo Juárez Carrillo, Eduardo Ríos Jara, Ernesto López Uriarte, José Luis Gómez Márquez y Elaine Espino Barr

Equinodermos
Aspectos biológico-pesqueros de la población del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, México 463
Arturo Nuño Hermosillo, Eduardo Ríos Jara, Elaine Espino Barr y José Luis Gómez Márquez

Peces
Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán 477
Daniel Hernández Montaño, Carlos Meléndez Galicia y Andrés Arellano Torres

Algunos parámetros biológicos del cocinero *Caranx caballus* en la costa de Colima, México 485
Manuel Gallardo Cabello, Elaine Espino Barr, Arturo Garcia Boa, Esther Guadalupe Cabral Solís y Marcos Puente Gómez

Aspectos biológico pesqueros del jurel *Caranx caninus* Günther, 1868, en la costa de Colima 494
Elaine Espino Barr, Manuel Gallardo Cabello, Esther Guadalupe Cabral Solís, Arturo Garcia Boa y Marcos Puente Gómez

Dinámica poblacional de la lisa *Mugil curema* (Valenciennes, 1836), en la laguna de Cuyutlán Colima 504
Esther Guadalupe Cabral Solís, Elaine Espino Barr, Manuel Gallardo Cabello y Ana L. Ibáñez Aguirre

La pesca ribereña en la costa de Jalisco, México 514
Elaine Espino Barr, Arturo Garcia Boa, Esther Guadalupe Cabral Solís y Marcos Puente Gómez

Análisis de la captura de la almadraba de Miramar, Manzanillo, Colima (1993-1998). 525
Elaine Espino Barr, Ma. del Carmen Jiménez Quiroz, Martha Noemí Granados Montes de Oca y Arturo Garcia Boa

Tecnología de captura
Listado de artes de pesca empleadas en la costa del estado de Michoacán 541
Carlos Meléndez Galicia, Daniel Hernández Montaño y Alejandro C. Romero Acosta

Selectividad de especies en función de la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre de deriva 551
Heriberto Santana Hernández, Daniel Aguilar Ramírez y Juan Javier Valdez Flores

Recursos potenciales

Nuevas aplicaciones de los recursos marinos del Pacífico central Mexicano 559
Marco A. Liñán Cabello, Laura A. Flores Ramírez y Maximiliano Sánchez Barajas

Una opción para el tratamiento y aprovechamiento de los desperdicios de peces marinos 571
Manuel Patiño Barragán y Alejandro O. Meyer Willerer

Cultivo de ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, en la costa media del Pacífico Mexicano. 580
Manuel García-Ulloa Gómez, María del Carmen Gallo García, Óscar Armando González Ochoa y Ramsés Alonso Chávez Zazueta

Aspectos sociales de la actividad pesquera

La actividad pesquera en Colima de 1940 a 2003: las políticas pesqueras y la adaptación de los pescadores. 591
Jorge Alberto Cano González

Impacto económico de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva y aspectos relacionados en su manejo en Manzanillo, Colima, durante 1998 603
Juan Carlos Chávez Comparán, Roberto Enríquez Andrade y Lázaro Aquino Sosa

La Pesca Ribereña: Descripción, problemática y alternativas para su manejo 611
Alfredo González Becerril, Elaine Espino Barr, Arturo Ruiz Luna y Mirna Cruz Romero

Presentación

La pesca ha sido una actividad tradicional ejercida por los habitantes de la región Central del Pacífico mexicano, comprendida por los estados de Jalisco, Colima y Michoacán. Información de la época prehispánica, así como los hallazgos de figuras de barro de peces y caracoles en las tumbas de tiro de Colima, nos permite comprender la importancia que jugaron en su tiempo los recursos marinos para los pobladores de esta zona. Esta zona del Pacifico mexicano, se caracteriza por presentar una gran diversidad de organismos marinos y dulceacuícolas, típicos de las regiones tropicales, algunos de los cuales, han sido objeto de aprovechamiento pesquero por parte de los pobladores de la región.

Esta variedad de especies ha permitido el desarrollo de diferentes pesquerías, en las cuales se emplean diversas artes y técnicas de pesca, algunas de las cuales datan de épocas precolombinas, como es el caso del denominado "acachal," utilizado para la captura de langostino en los ríos, así como las redes de cerco con jareta, operadas en modernas embarcaciones de altura para la pesca de túnidos en aguas oceánicas. Así, la vida y la economía de la población costera de la región, está ligada en mayor o menor medida con la actividad pesquera, particularmente con la pesca artesanal porque su influencia trasciende hacia un sector más amplio de la sociedad, a pesar de que las embarcaciones de altura aportan la mayor parte de la producción; por otro lado, no es posible dejar a un lado la importancia de la pesca deportiva como generadora de empleos y divisas.

Sin embargo, la pesca de libre acceso que se ha ejercido tradicionalmente, ha provocado la sobreexplotación de algunos recursos; de igual forma, los criterios aplicados para el desarrollo económico de los estados, comúnmente no consideran las particularidades de los ecosistemas y de los grupos humanos que habitan en ellos. Hoy en día, es impostergable el uso sustentable de los recursos, siendo imperativo contar con la mejor evidencia científica que permita establecer las estrategias de manejo más adecuadas para lograr el desarrollo armónico de la sociedad con su entorno.

En este contexto se planeó la elaboración de este libro, cuyo propósito es compilar la mayor cantidad posible de información sobre la región y hacerla asequible, tanto al usuario del recurso, como al público en general.

Esta obra, incluye temas relacionados con la descripción del marco ambiental (físico y biológico), estudios biológicos-pesqueros de diferentes especies, así como investigaciones sobre tecnología de capturas, recursos potenciales y organismos bajo protección especial, además de algunos aspectos sociales de la actividad pesquera.

Algunos textos son una primera aproximación al análisis de estos temas, lo que muestra el enorme campo de estudio disponible y que además es necesario abordar. Por otro lado, la información plasmada en este libro, demuestra que, aunque existe un reducido número de instituciones de investigación en la zona, existe el deseo y el compromiso de sus investigadores por seguir aportando información científica que sea utilizada como una herramienta por la autoridad y que en coordinación con los usuarios del recurso, se avance en el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros de la región.

Gabriel Aldana Flores y
Andrés A. Seefoó Ramos

Prólogo

El Pacífico central mexicano, delimitado por la costa de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, presenta características oceanográficas y biológicas muy especiales. Se le considera una zona de transición, influenciada por la temporalidad de los grandes procesos de circulación superficial del Pacífico oriental. En esta importante región convergen las provincias biogeográficas del Golfo de California en la porción norte, y mexicana al sur, lo cual se refleja en la composición de su biota, con elementos propios y de ambas provincias. Además, la línea de costa se caracteriza por presentar gran variedad de ambientes, desde amplias bahías hasta pequeñas ensenadas, esteros y lagunas costeras de distintas extensiones, manglares, playas rocosas, playones de arena, acantilados, fondos arenosos, fondos rocosos y formaciones coralinas que propician la coexistencia de gran diversidad de especies, muchas de interés comercial.

Aunada a esta complejidad ambiental y riqueza biológica, la presencia del hombre es un factor definitivo en la región. Las actividades pesqueras y acuícolas tienen gran relevancia porque proveen de ingresos y alimentos a una porción importante de la población rural de los municipios costeros y generan empleos directos e indirectos en la cadena productiva hacia la comercialización de pescados y mariscos para consumo local, regional o destinado a las principales ciudades del occidente del país.

Sin embargo, la producción pesquera y acuícola de la región Pacífico central es aún limitada debido a problemas relacionados con las técnicas de captura y cultivo, su industrialización, comercialización y consumo. Por esta razón, es prioritario realizar y dar a conocer las investigaciones sobre el ambiente costero y los ecosistemas de esta importante región. Se requieren más estudios sobre la biología, ecología y el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a las especies explotadas y potenciales, que contribuyan al mejor aprovechamiento de los recursos naturales dentro del marco de desarrollo sustentable.

Precisamente, en la región se lleva a cabo un número importante de investigaciones sobre las especies de interés pesquero y acuícola, así como del ambiente donde ellas habitan. El presente documento es una compilación de estos trabajos que, además, demuestra la amplia variedad de temas y recursos bióticos que actualmente son de interés. Los temas van desde la oceanografía física, química y biológica, hasta aspectos generales y específicos de la biología, ecología y pesquería de peces e invertebrados, además de importantes contribuciones sobre las tecnologías de captura, los recursos potenciales y distintos aspectos sociales de la actividad pesquera.

El Centro Regional de Investigaciones Pesqueras del Instituto Nacional de Pesca ha tenido el acierto de publicar la presente compilación, en la que se integran los resultados de investigaciones que en años recientes han realizado científicos y tecnólogos de diferentes instituciones de investigación y educación de, al menos, tres estados costeros del país, y que en conjunto contribuyen con 48 diferentes capítulos en este importante esfuerzo editorial.

Ésta es la primera compilación de estudios sobre los recursos pesqueros y acuícolas que abarca la porción central del Pacífico mexicano, ordenada en diferentes temas con la intención de proporcionar un panorama actual del estado del conocimiento y la problemática de las actividades pesquera y acuícola. La separación en diferentes secciones y capítulos, sugiere al lector que se trata de una región muy diversa y de gran complejidad. Los trabajos, seleccionados por las editoras, han sido revisados con acuciosidad por especialistas, para garantizar la calidad del presente volumen.

El libro está pensado no sólo para investigadores, profesores, técnicos, conservacionistas y estudiantes de los recursos naturales, sino también para pescadores, productores, prestadores de servicios, administradores, políticos y el público en general. Toda esta información contribuye a lograr un mejor conocimiento del ambiente costero y sus recursos, con el propósito de conservarlos y aprovecharlos racionalmente.

Presento este libro, destinado a ser una obra de consulta obligada sobre los recursos pesqueros y acuícolas de esta importante región de México, con un reconocimiento por el esfuerzo y la iniciativa de las compiladoras, ambas comprometidas en la ardua tarea de generar conocimientos y difundir la información sobre los recursos pesqueros y acuícolas del Pacífico central mexicano.

Eduardo Ríos Jara
Agosto de 2006

Agradecimientos

Este libro es el fruto de la colaboración de numerosas instituciones y personas, por lo que las editoras agradecemos profundamente cada uno de esos esfuerzos. La idea de hacer esta compilación nació a raíz de que en 2002 llegó a nuestras manos el libro *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, publicado por el Instituto Nacional de la Pesca y la Universidad Veracruzana. Después de leerlo consideramos hacer un esfuerzo similar para nuestra región, por lo que debemos reconocer el papel de los editores de ese libro, y en especial de Patricia Guzmán Amaya, Cecilia Quiroga Brahms y Dilio Fuentes Castellanos, quienes nos asesoraron en diferentes etapas de este trabajo.

La SAGARPA, a través del Instituto Nacional de la Pesca, aportó el financiamiento necesario, por lo que debemos reconocer las gestiones de la Biol. Ma. Elena Espinoza Velasquez, Subdirectora de Recursos Financieros. El apoyo de los compañeros del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, y particularmente de la administración, encabezada por Gabriel Aldana Flores, fue decisivo para llevar a cabo este trabajo. Cabe señalar que la mayoría de los técnicos e investigadores de este centro colaboró en diversos aspectos del proceso, ya sea como autores, o en la revisión y evaluación de manuscritos.

Gran parte del contenido de este libro está sustentado en la actividad cotidiana de los pescadores libres, cooperativistas y permisionarios a lo largo de la costa de Michoacán, Colima y Jalisco. Esperamos que la información aquí vertida sea un reflejo, si bien pálido, del conocimiento que han acumulado durante generaciones, por lo que agradecemos su generosidad al compartirlo. Queremos reconocer el apoyo y la tolerancia de nuestras familias y amigos durante este largo trecho, que se caracterizó por etapas alternadas de entusiasmo y arrepentimiento. Gracias mil a Fernando, Alejandro, Brenda, Rodrigo Aarón, Daniel, Alejandra y Brandon.

Sin embargo, nuestra principal deuda es con los autores y revisores de cada trabajo, quienes afrontaron el reto de colaborar en un esfuerzo de esta naturaleza. Su confianza y paciencia fueron el motor principal de nuestra labor diaria durante los últimos tres años.

Durante cada una de las etapas de este trabajo interactuamos con gran cantidad y diversidad de personas que, además de brindarnos su tiempo, nos dieron acceso a sus conocimientos, y eso ha sido lo más valioso.

Participaron como revisores de los trabajos:

CIAD-Hermosillo: Dra. Shoko Doode-Matsumoto
CIAD-Mazatlán: Dr. Arturo Ruiz Luna
CIBNOR: Dra. Ma. de Lourdes Morquecho Escamilla, Dr. Jesús Rodríguez Romero, Dr. Domenico Voltolina Lobina
CICESE: Dra. Ma Luisa Argote Espinosa, Dr. Gilberto Gaxiola Castro, Dr. José Gómez Váldez, Dr. Miguel F. Lavín Peregrina, Dr. S. Guido Marinone Moschetto, Dr. Julio Sheinbaum Pardo, Dr. Armando Trasviña Castro.
CICESE-La Paz: MC. Alberto Amador Buenrostro
CICIMAR: MC. Ruth Noemí Águila Ramírez, Dr. Rafael Cervantes Duarte, Dr. José de la Cruz Agüero, Dr. Felipe Galván Magaña, Dr. Víctor Gómez Muñoz, MC. Adrián Felipe González Acosta, Dra. Dinorah Herrera Perezrul, Dra. Sofía Ortega García, MC. José Luis Ortiz Galindo, Dr. E. Mauricio Ramírez Rodríguez, Dr. Rubén Rodríguez Sánchez, Dr. Felipe Salinas González, Dra. Marina Sánchez Ramírez, Dra. Laura Sánchez Velasco, Dr. Bernardo Shirasago Germán, Dr. David Alfaro Siqueiros Beltrones,
CIEDO, A.C.: MC. Raúl Ulloa
CIESAS-IPN: Dra. Graciela Alcalá Moya
CINVESTAV-Mérida: Dra. Dalila Aldana Aranda, Dra. Silvia Salas Márquez, Dr. Daniel Torruco Gómez

Colegio de México: AS. Jorge A. Cano González
CRIP-Guaymas: Ing. Alejandro Balmori Rodríguez
CRIP-La Cruz de Huanacaxtle: MC. Pedro Ulloa Ramírez
CRIP-La Paz: Dr. Juan Gabriel Díaz Uribe, MC. Ma. del Carmen Fajardo León, Dra. Georgina Gluyas Millán, Dr. Enrique Morales Bojorquez, Dr. Armando Vega Velázquez
CRIP-Manzanillo: MC. Esther Cabral Solís, MC. Miguel A. Carrasco Águila, MC. Mirna Cruz Romero, Dra. Elaine Espino Barr, MC. Miguel Ángel Flores, Ing. Arturo García Boa, Biol. Rosa Ma. Guzmán Barrera, Dra. Ma. del Carmen Jiménez Quiroz, MC. Miguel Ángel Lara, Dr. René Macías Zamora, Dr. René Márquez Millán, MC. Marcos Puente Gómez, Dr. Heriberto Santana Hernández, MC. Rafael Vélez Marín, Biol. Ana Luisa Vidaurri Sotelo
CRIP-Mazatlán: MC. Gabriel Aldana Flores, MC. Ernesto Briones Ávila, Dra. Yanira Green Ruiz, MC. Laura López González, MC. Fernando Márquez Farías, MC. Israel Salazar Navarro
CRIP-Pátzcuaro: Dr. Fernando Bernal Brooks
CRIP-Salina Cruz: Ing. Aarón Heldail Gil López
CRIP-Tampico: Dr. Abdón Reynaldo Cruz Jiménez, Biol. Guadalupe Gómez Ortiz
CRIP-Veracruz: MC. Cecilia Quiroga Brahms
CRIP-Yucalpetén: MC. Verónica Ríos Lara
ECOSUR: Dr. Juan P. Carricart-Ganivet
INP-DGIPS: MC. Daniel Hernández Montaño, MC. Andrés Sefoo Ramos
INP-Oficinas Centrales: Biol. Esteban Cabrera Mancilla, MC. Ignacio Fernández Méndez , MC. Patricia Fuentes Mata, MC. Teresa Gaspar Dillanes, Biol. Rosa Ma. Gutiérrez Zavala, Dra. Rosa Ma. Olvera Limas, Dr. Carlos Rangel Dávalos, MC. M. Patricia Toledo Díaz-Rubín, MC. Javier Tovar Ávila,
INP-SSA: Dr. Jorge Espino Vela
ITMAR-La Cruz de Huanacaxtle: MC. Carlos Solís Gil
ITMAR-Mazatlán: Dr. Jorge Flores Olivares
RedMexMAR, AC: Lic. Virginia Espino Barr
SEDER-Colima: MC. Elisa Andrade Tinoco
SEMARNAT-Mich.: MC. Javier Acevedo García
SEMARNAT-Morelos: MC. Teresa Rodríguez López
UABC: MC. Adrián Ricardo López González, Dr. José Alberto Ocaña Luna, Dr. Gorgonio Ruiz Campos
UABCS: Dr. Alejandro Álvarez Arellano, Dr. Oscar Arizpe Covarrubias, Dr. Héctor Reyes Bonilla, Dr. José Urciaga García
UAG: Dr. Manuel García Ulloa
UAM: MC. Ofelia Castañeda López, Dr. Francisco Contreras Espinosa, Dra. Silvia Díaz Ruiz, Dra. Ana Laura Ibáñez Aguirre, MC. Cruz Lozano Ramírez, MC. Rubén Sánchez Trejo
UAS: MC. Enrique Ramón Morán Angulo
UAY: MC. Carlos Zetina Moguel
UdeC: Dr. Juan Carlos Chávez Comparán, Dr. Marco Antonio Galicia Pérez, Dr. Marco Liñán Cabello, Dr. Ernesto Torres Orozco
UdeG: MC. Judith Arciniega Flores, Dr. Sergey N. Bulgakov, MC. Estela Carretero Montes, Dra. Ma. Elena González Ruelas, Dr. Arnulfo Hernández Díaz, Dr. Víctor Landa Jaime, MC. Gabriela Lucano Ramírez, Dr. José Mariscal Romero, MC. Alejandro Martínez Zataráin, Dr. Emilio Michel Morfín, MC. Alfredo T. Ortega Ojeda, Dr. Eduardo Ríos Jara, Dr. Salvador Ruiz Ramírez, MC. Mirella Saucedo Lozano, Dr. José Ángel Trigueros Salmerón
UMAR: MC. Pedro Cervantes Hernández
UNAM: Dr. Raúl Aguirre Gómez, Dr. Vicente Anislado Tolentino, MC. Raquel Briseño Dueñas, M.C. Carlos Federico Candelaria Silva, Dr. Roberto Cortés Altamirano, MC. Ma. del Pilar Fernández Lomelín, Dr. Manuel Gallardo Cabello, Dr. Artemio Gallegos García, Dr. Carlos Green Ruiz, Dra. Edna Naranjo García, Dra. Martha Reguero Reza, Dr. Carlos Rosas Vázquez, MC. Olivia Salmerón García, MC. Irene M. Sommer Cervantes, Dr. Jorge Zavala-Hidalgo,
UNAM-Mérida: Dr. Xavier Chiappa Carrara
Universidad Anáhuac: MC. Genoveva Rodríguez Buendía
UQR: Dr. Jorge Alberto Chan-Cob
UV: Dra. Patricia Arceo Briceño, Dra. Lourdes Jiménez Badillo, Dr. Horacio Pérez España

Marco ambiental

Oceanografía Física

Una climatología de la temperatura de la superficie del mar de las aguas adyacentes a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, México: 1996-2003

Artemio Gallegos[*]
Ranulfo Rodríguez[*]
Erik Márquez[**]
Raymundo Lecuanda[*]
Jorge Zavala-Hidalgo[***]

Resumen

Se analizaron 2 300 imágenes satelitales de temperatura de la superficie del mar de una franja del océano de 500 km de ancho, paralela a la costa, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán, de enero de 1996 a diciembre de 2003. Los resultados de este análisis muestran un gradiente térmico promedio de norte a sur de 0.05 °C por cada 10 km y una banda de 30 km de ancho de agua superficial relativamente fría, a lo largo de la costa. Muestran también, en la evolución anual de la temperatura de la superficie del mar, un notable descenso de 1.8 °C de agosto a septiembre, seguido de un ascenso equivalente, de septiembre a octubre, en los ocho años registrados. Este mínimo relativo de temperatura se explica por el intenso intercambio de energía en la interfase océano-atmósfera, que sucede durante la etapa culminante de la temporada de huracanes del océano Pacífico oriental y que consiste de una transferencia de calor del estrato superficial del mar a la atmósfera de 2.77 w m^{-2} por cada metro de profundidad del estrato mezclado. El calentamiento ulterior ocurre cuando regresan las condiciones de días calmos, soleados y despejados, que favorecen el incremento de la radiación neta y la estratificación térmica, así como la posible invasión de agua de superficie de la "alberca caliente" del Pacífico mexicano, localizada justo al sur del área de estudio. Este drástico proceso local de enfriamiento-calentamiento no había sido documentado antes. La presente climatología de la temperatura de la superficie del mar para esta región oceánica sirve como marco de referencia para advertir, en los datos térmicos de la imaginería satelital actual, fluctuaciones interanuales asociadas a episodios como El Niño y tendencias inherentes al cambio climático global, cuyos efectos locales pudieran vulnerar el rendimiento de la industria pesquera regional.

Palabras clave: Temperatura de la superficie del mar, climatología, imágenes satelitales, interacción océano-atmósfera, Pacífico tropical mexicano, zona costera.

Introducción

La actividad pesquera industrial, artesanal y deportiva que se realiza en las aguas oceánicas contiguas a los estados ribereños de Jalisco, Colima y Michoacán, además de contribuir de manera importante a la nutrición de las poblaciones locales, mantiene un buen nivel de empleo de mano de obra y genera una demanda significativa de servicios técnicos y comerciales en su área de influencia económica.

Como toda industria dependiente de un recurso vivo, la pesquera tiene sus altibajos. Acontecen épocas buenas y épocas malas que se expresan en términos de la relación "esfuerzo/rendimiento", cuyas repercusiones socioeconómicas exigen la atención responsable de diversos sectores gubernamentales y privados. Tales fluctuaciones están subordinadas a causas diversas, algunas relacionadas con irregularidades del mercado de los productos pesqueros. No menos importantes son las variaciones naturales del medio ambiente que se manifiestan en las condiciones físicas del mar, tales como alteraciones en la circulación costera de las corrientes marinas y cambios en la temperatura del agua de mar.

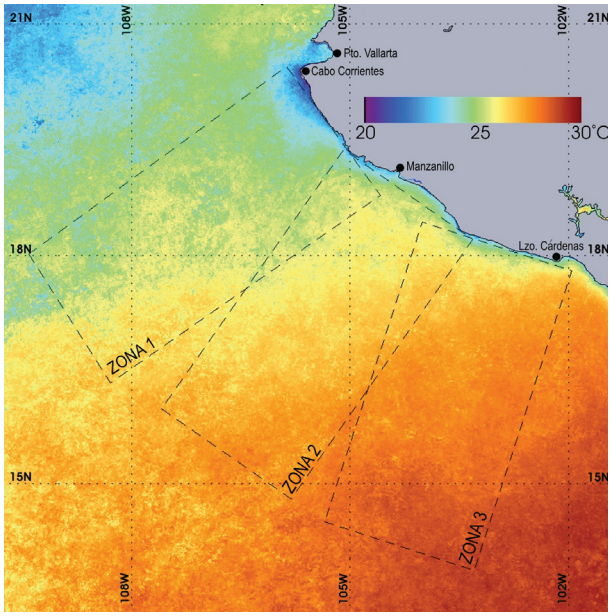
La temperatura de la superficie del mar (TSM) es un atributo físico-ambiental cuya variabilidad respon-

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, DF, gallegos@mar.icmyl.unam.mx, ranulfo@mar.icmyl.unam.mx
** Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, Pitágoras 1320, Benito Juárez 03310, México, DF, erik_marquez@yahoo.es
*** Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, DF, jzavala@atmosfera.unam.mx

de a cambios en el estado termodinámico del estrato del mar que mayor intercambio energético tiene con la atmósfera. Los flujos locales de calor en esta interfase océano-atmósfera, como son la radiación neta, la evaporación, la lluvia y la conducción térmica, así como los intercambios mecánicos de calor (advección, abordamiento y mezcla vertical turbulenta), determinan el valor de la TSM. Ésta se pueda medir con radiómetros instalados en satélites (Maul, 1985) y se registra de manera frecuente, cubriendo grandes extensiones de la superficie del océano. Con esta tecnología se han construido en diversos países bancos de información de la TSM, con los que se dio paso al nacimiento a la Oceanografía Satelital. El análisis de los datos de la TSM de una región dada conduce al descubrimiento de fenómenos oceánicos que tienen una expresión térmica en la superficie del mar y cuya caracterización es valiosa para conocer y entender procesos físicos fundamentales de la Oceanografía Física regional.

Con esta premisa se analizó un conjunto de 2 300 imágenes satelitales de la TSM de la región oceánica frente a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán (Fig. 1), para producir su climatología en esta zona geográfica. En este propósito está implícito el descubrimiento y el examen de los cambios de la TSM, es decir, el conocimiento, la descripción y el estudio de las fluctuaciones de esta variable oceanográfica de importancia ambiental, con respecto a una condición

Figura 1
Área de Estudio. TSM promedio del periodo 1996-2003

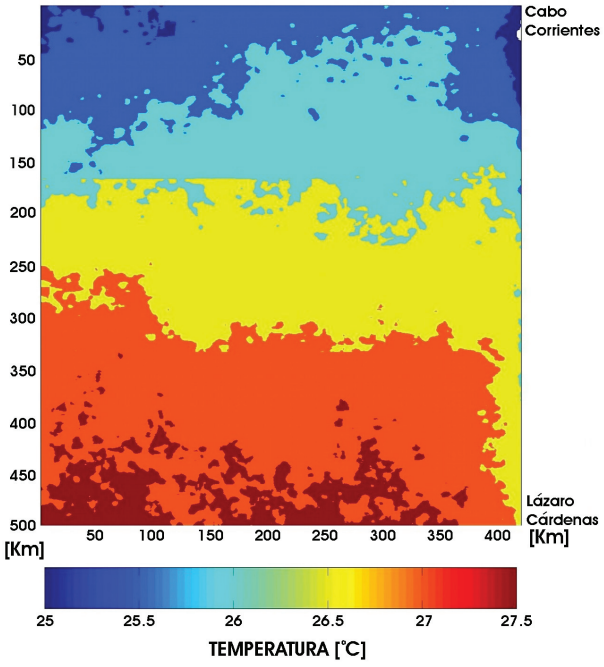


Se delimitan la ubicación y extensión geográficas de las Zonas 1, 2 y 3.

promedio de referencia. Todo esto exclusivamente a partir de las imágenes de satélite de un banco de información de acceso público (BITSMEX, 2003) y acotadas al área de estudio de interés.

El promedio de esta información de la TSM, concentrado en una sola distribución geográfica, se denomina *estado base* y se utiliza en los estudios de climatología oceánica como el elemento estadístico de referencia para describir y valorar diversas características cualitativas y cuantitativas de la evolución anual de dicha temperatura. En el presente caso el estado base muestra que el área de estudio mantiene dos condiciones dominantes. La primera es una distribución térmica en la que la TSM crece en una dirección paralela a la costa, a razón de 0.05 °C por cada 10 km, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán. La segunda es que a lo largo de la costa persiste una franja contigua, de alrededor de treinta kilómetros de ancho, de agua relativamente más fría (Fig. 2).

Figura 2
TSM promedio del periodo 1996-2003
de las Zonas 1, 2 y 3



El margen derecho corresponde al límite contiguo a la costa de las tres zonas. El extremo superior derecho corresponde a Cabo Corrientes, Jalisco y el extremo inferior derecho a Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Se promediaron por grupo los meses correspondientes de cada año, de 1996 a 2003. Así, el promedio de los ocho eneros en este periodo es el "enero típico"

y la sucesión de los promedios de cada uno de los "meses típicos" produjo el "año típico", que representa la evolución anual promedio de la TSM del periodo 1996-2003. Esta referencia sirve para calcular y ponderar el tamaño relativo de las fluctuaciones de la TSM estadísticamente significativas y que resulta de comparar los meses típicos con los meses individuales. Tal procedimiento permite la detección oportuna de cambios marino-ambientales, incluyendo los que pudieran resultar adversos al rendimiento de la industria pesquera regional.

La evolución del año típico de la TSM en el área de estudio exhibe dos rasgos principales. El primero reconoce que el enfriamiento de las aguas de superficie es mayor en la porción norte que en la porción sur del área de estudio. El segundo rasgo establece que un enfriamiento de 1.8 °C de agosto a septiembre precede a un calentamiento de la TSM de la misma magnitud, de septiembre a octubre. Este proceso local de enfriamiento-calentamiento no ha sido documentado anteriormente ni se tiene noticia de que haya sido descrito de manera explícita como uno de los rasgos característicos del área aquí estudiada.

Métodos y materiales

El presente trabajo comprende las aguas oceánicas adyacentes a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán (Fig.1). Esta región se encuentra al sur de la boca del Golfo de California y al este de la zona de confluencia de la Corriente de California con el inicio de la Corriente Norecuatorial del Océano Pacífico (Wyrtki, 1965; Gallegos *et al*., 1988; Badan-Dangon, 1998). Colinda con la porción norte de la "alberca caliente" del océano Pacífico tropical nororiental, definida como la región oceánica dentro de la isoterma de 28 °C y se distingue por ser un área geográfica en la que ocurre un intenso intercambio termodinámico entre el océano y la atmósfera, particularmente en verano y otoño, periodos durante los cuales se desarrolla la temporada de huracanes (Magaña *et al*., 1999; Trasviña *et al*., 1999).

La mayor parte de la actividad pesquera de los estados ribereños se realiza dentro de los límites de la Zona Económica Exclusiva de México (ZEEM). Por ello se decidió incorporar en la presente climatología de la TSM, una zona que cubre sobradamente la ZEEM de esta región. Para precisar los resultados estadísticos de este trabajo, se dividió el área de estudio en tres rectángulos de igual tamaño cada uno (500 x 250 km), con su lado largo perpendicular a la costa (Fig. 1). El que queda frente a las costas de Jalisco es referido como Zona 1; el de enfrente a las costas de Colima es la Zona 2 y el que se sitúa frente a Michoacán, la Zona 3.

El área de estudio es también la extensión marítima en la que se lleva a cabo la mayor actividad de la pesca comercial y deportiva, cuyos beneficios tributan a la economía de los estados ribereños. La superficie total de las tres zonas mencionadas es de aproximadamente 375 000 km^2. Esta extensión geográfica es pequeña comparada con las dimensiones del Pacífico tropical mexicano, pero el examen de la climatología de su TSM contribuye al entendimiento de los efectos potenciales que las tendencias y fluctuaciones térmicas interanuales pudieran tener en el rendimiento de las actividades pesqueras en una región más grande. Las características ambientales generales del área de estudio, en sus aspectos meteorológico y oceanográfico se describen con amplitud en otros capítulos de este mismo libro.

El material básico utilizado para la realización del presente estudio climatológico se tomó del Banco de Información de la Temperatura de la Superficie de los Mares de México (BITSMEX, 2003), que es un acervo de imágenes de satélite de la TSM. Una información más amplia y detallada sobre los aspectos fundamentales de las imágenes se puede encontrar en la página electrónica de la Internet [*http://tsunami.icmyl.unam.mx*] sitio en donde se proporcionan las especificaciones técnicas generales y algunas aplicaciones particulares de las mismas, o bien en Maul (1985) o en Gallegos *et al*. (1996).

Se procesaron 2 300 imágenes de satélite de la TSM de este acervo, que corresponden a un mismo número de pasos nocturnos del satélite NOAA 14 sobre el área de estudio (Tabla 1), con el propósito de formar las composiciones (promedios) mensuales para cada año del periodo 1996-2003.

Como primer paso para construir la presente climatología se elaboraron las imágenes que corresponden a los promedios mensuales de la TSM para el periodo de los ocho años de observaciones. Con éstas se obtuvieron los meses típicos, es decir, las imágenes que resultan de promediar los ocho eneros, los ocho febreros, etc. Por ejemplo, enero típico es el promedio de los ocho eneros de este periodo y concentra la información de la TSM contenida en 201 imágenes satelitales, según se indica en la *tabla 1*. Con este procedimiento se produjeron y analizaron los 12 meses típicos para cada zona en la que se dividió el área de estudio (Fig. 1). En los párrafos siguientes la palabra "mes" se usará para referirse a un "mes típico", a menos que se especifique lo contrario.

Cada mes corresponde, en sentido numérico, a una matriz de números reales (los valores de la TSM), que se compone de 208 filas y 416 columnas y que integra 86 528 píxeles de información radiométrica

Tabla 1
Número de imágenes satelitales procesadas para la elaboración de la presente climatología de la TSM (1996-2003) del área de estudio, desglosado por año y por mes

Mes \ año	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*	*2001*	*2002*	*2003*	*Totales*
Enero	9	22	31	22	30	26	31	30	201
Febrero	17	21	19	23	27	29	24	23	183
Marzo	21	23	28	27	31	31	25	32	218
Abril	18	20	27	26	33	27	28	15	194
Mayo	20	17	22	31	32	25	26	22	195
Junio	20	19	29	29	32	27	23	22	201
Julio	17	20	30	28	33	26	21	31	206
Agosto	22	22	18	33	32	28	21	26	202
Septiembre	18	21	17	33	33	5	13	20	160
Octubre	27	18	21	32	33	14	+++	22	167
Noviembre	13	26	19	32	27	27	+++	23	167
Diciembre	23	27	21	36	31	30	12	26	206
Totales	225	256	282	352	374	295	224	292	2300

+++ Meses sin información de la TSM debido a fallas locales de recepción.

convertida a valores de temperatura expresada en grados Celsius (Gallegos *et al*., 1996). Puesto que la resolución óptima del radiómetro AVHRR es de 1.1 km^2 (BITSMEX, 2003), cada matriz equivale a una extensión geográfica rectangular de aproximadamente 250 por 500 km, es decir, comprende un área de 125 000 km^2. En este caso, las filas de cada matriz representan transectos o líneas de la TSM perpendiculares a la costa, con una longitud de alrededor de quinientos kilómetros cada uno. De manera análoga, las columnas representan transectos paralelos a la costa, con una longitud aproximada de 250 kilómetros.

Con el propósito de filtrar la variación espacial de la TSM de pequeña escala (1-10 km) y la que proviene del ruido inherente al sistema de medición radiométrica satelital (Gallegos *et al*., 1996), a cada mes se le aplicó una media móvil de cinco puntos en filas y columnas. Este procedimiento no redujo de manera apreciable la representación de la dimensión geográfica de las matrices y sí favoreció mayor claridad en la interpretación de los productos estadísticos subsiguientes.

Toda climatología regional de la TSM debe establecer un "estado base". Éste es el estado de referencia para esa climatología y se calcula promediando toda la información de la TSM contenida en el acervo elegido. En virtud de que el área de estudio se dividió en tres zonas, se calculó el estado base de cada zona (Fig. 2). Para favorecer la percepción visual de la continuidad en la distribución de la TSM en esta *figura 2*, se eliminó la duplicidad de valores de ésta en las áreas en donde las zonas se superponen (Fig. 1).

Con el fin de establecer los elementos estadísticos y rasgos térmicos básicos para cada zona y para cada mes, se calculó:

- El promedio de las filas, que se expresa como un transecto de la TSM perpendicular a la costa.
- El promedio de las columnas, que es un transecto de la TSM paralelo a la costa.
- El promedio de filas y columnas, que es un valor que representa a la TSM de toda la matriz de datos.

Se calcularon también los valores extremos, las desviaciones estándar y los rangos de la TSM para los transectos de cada uno de los meses, correspondientes a cada una de las tres zonas definidas en el área de estudio.

En el intento por identificar las principales estructuras térmicas contenidas en cada matriz de la TSM, se recurrió a un teorema del álgebra lineal conocido como El teorema de la descomposición de una matriz rectangular en sus vectores y valores singulares (Noble, 1989; Snieder, 2001), que establece que las matrices rectangulares se pueden expresar como el producto de *vectores singulares* que producen matrices más elementales, ordenadas de mayor a menor *valor singular*, con columnas que satisfacen condiciones de independencia lineal y cuya superposición (suma) ordenada reproduce gradualmente la matriz inicial.

Con este enfoque teórico y con un procedimiento matemático apropiado se calcularon los valores y vectores singulares de las matrices de la TSM de todos los meses, para cada una de las tres zonas definidas. Este cómputo requirió normalizar las matrices mencionadas para hacerlas estadísticamente comparables entre ellas (Emery y Thomson, 2001). Con las matrices ya normalizadas se obtuvieron los valores y vectores singulares de cada matriz.

Una cuestión inherente a este análisis de descomposición en valores y vectores singulares fue explorar

si la conformación numérico-espacial revelada por este procedimiento estadístico tiene correspondencia con la expresión de los procesos físicos del océano que dejan una huella térmica en la superficie del mar, como son: la advección de aguas de superficie, las surgencias costeras o la mezcla vertical turbulenta en el estrato superficial del océano. O bien, si la estructura numérica de tales vectores exhibe o sugiere el efecto de flujos de calor en la interfase océano-atmósfera, como son la radiación neta, la evaporación y la precipitación.

Resultados

Promedios por zona

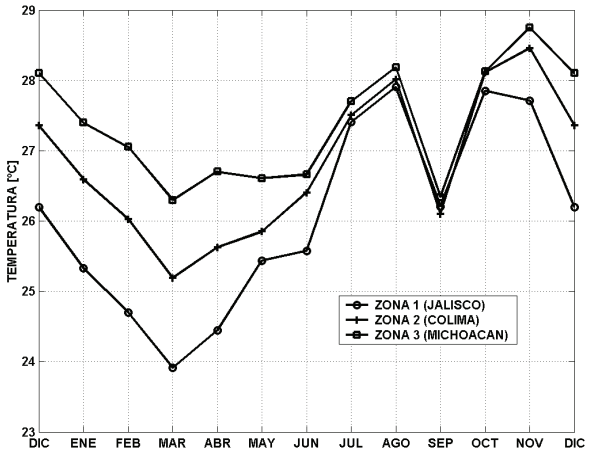
El estado base de la TSM en el área de estudio tiene dos rasgos principales. Uno es el gradiente norte-sur de la TSM, del orden de 0.05 °C por cada 10 km y el otro es un gradiente térmico más fuerte, pero en una dirección perpendicular al litoral, que sólo se da en una banda de 30 km de ancho contigua a la costa (Fig. 2).

La evolución del promedio espacial de la TSM en cada una de las tres zonas del área de estudio muestra que el ciclo anual de la radiación solar es dominante, pero con un retraso de alrededor de tres meses con respecto al ritmo astronómico, debido a la inercia térmica del estrato superficial del océano (Fig. 3). La TSM es más fría en marzo y más caliente en noviembre, en contraste con el ciclo solar que tiene un mínimo de insolación en diciembre, y máximos en mayo y julio. El enfriamiento de la superficie del mar que sobreviene de noviembre a marzo es uniforme en el área de estudio pero con un ritmo diferente en cada zona. Frente a Jalisco (Zona 1) el descenso de la TSM es más rápido, de 0.95 °C·mes^{-1}, que frente a Colima (Zona 2), donde es moderado, de 0.80 °C·mes^{-1}. En la Zona 3, frente a Michoacán, la rapidez del enfriamiento es de sólo 0.60 °C·mes^{-1}.

La superficie del mar en el área de estudio se calienta también de distinta manera en cada zona. Frente a Jalisco lo hace en dos etapas: de marzo a mayo la TSM cambia a razón de 0.75 °C·mes^{-1} y de junio a agosto, a una tasa de 1.1 °C·mes^{-1}. Frente a Colima se calienta sin pausa de marzo a agosto, a una tasa de casi 0.6 °C·mes^{-1}. Esto contrasta con lo que sucede frente a Michoacán, donde el calentamiento es casi imperceptible en abril y mayo, pero en junio inicia con una rapidez de 0.7 °C·mes^{-1} (Fig. 3).

Los cambios de la TSM de julio a octubre son cuantitativamente similares en las tres zonas, incluido el súbito y drástico enfriamiento en septiembre (Fig. 3), que es el rasgo más sobresaliente en la evolución de promedio anual de la TSM.

Figura 3
Año típico de la TSM del periodo 1996-2003, de cada zona



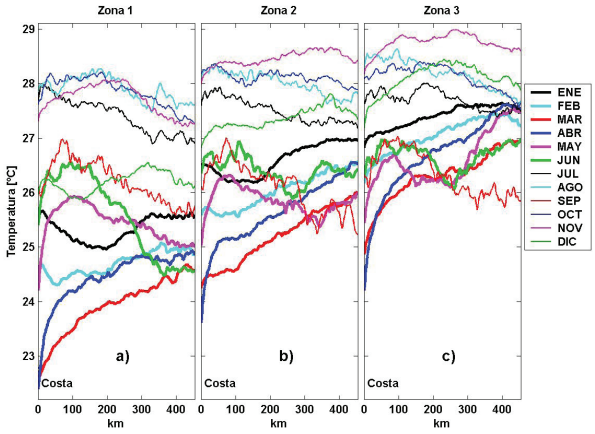
Transectos promedio perpendiculares a la costa

Los transectos promedio perpendiculares a la costa exhiben los cambios que suceden mes a mes en la TSM (Fig. 4). Aunque similares en cada zona en relación con la evolución del ciclo anual, son diferentes en cuanto al rango de valores. La Zona 1 (Fig. 4a) es la de más amplio rango térmico. Así, 5.7 °C: de 28.2 °C en agosto a 22.5 °C en marzo. Le sigue en amplitud la Zona 2 (Fig. 4b), con un rango de 4.5 °C: de 28.7 °C en noviembre a 24.2 °C en marzo. La Zona 3, es un poco más estable, tiene un rango térmico de 4.4 °C: de 29.0 °C en noviembre a 24.6 °C en marzo y abril (Fig. 4c). En esta última zona, la TSM de septiembre resulta ser menor que la de marzo, pero sólo más allá (mar adentro) del límite de la ZEEM.

La forma de los transectos promedio de la TSM, perpendiculares a la costa, exhibe tendencias en su variabilidad que revelan, para cada mes, cambios en ella en esa misma dirección. Esto permite estimar no sólo la distancia a la costa en la que ocurren sino que admite, por la vía del análisis visual de tales perfiles, la localización de agua de mar que tiene diferente temperatura en superficie (Fig. 4).

El despliegue gráfico de los transectos de la Zona 1 (Fig. 4a) indica que durante marzo y abril el agua de la superficie del mar es más fría cerca de la costa (22.5 °C) que mar adentro (24.6 °C). Esta condición se invierte en junio, cuando se registra una TSM de 24.6 °C mar adentro y de 26.4 °C cerca de la costa. Las pendientes y tendencias apreciadas en la configura-

Figura 4
Perfiles de la TSM promedio mensual en transectos perpendiculares a la costa



(a): Zona 1, (b): Zona 2 y (c): Zona 3. Las distancias están en kilómetros y se miden a partir de la costa (extremo izquierdo de cada recuadro). Los meses se indican con el código de color y grosor de línea (recuadro de la derecha).

ción de los transectos de los otros meses indican una transición entre los valores de temperatura extremos (Fig. 4a).

Durante julio, agosto, octubre y noviembre, la TSM se mantiene entre 27.0 y 28.3 °C, cerca del promedio máximo anual (Fig. 4a). Septiembre destaca por un descenso de 1.8 °C, pero su perfil conserva las tendencias de los meses inmediatos.

De noviembre a marzo los perfiles revelan un enfriamiento de la superficie del mar. El mayor, de 1.5 °C·mes^{-1}, ocurre de noviembre a diciembre y el menor, de 0.6 °C·mes^{-1}, sucede de enero a febrero (Fig. 4a). En marzo se hace evidente un enfriamiento contiguo a la costa, en una banda de 100 km de ancho. Durante abril persiste esta condición, pero a partir de éste y hasta principios de septiembre, se registra un calentamiento en esta zona. Las pendientes de los perfiles de diciembre, enero y febrero identifican una banda de agua fría cerca de la costa y una de agua cálida lejos de la costa. De marzo a junio se produce un calentamiento de 3 °C que se extiende de la costa hasta 200 km mar adentro, en donde el calentamiento se reduce a 2 °C. Mar adentro, a partir del límite de la ZEEM, el calentamiento neto de marzo a junio es insignificante.

En los perfiles de la TSM promedio, perpendiculares a la costa de Colima (Zona 2), se observa un rango de temperatura de 4.6 °C: de 24.0 °C a 28.6 °C (Fig. 4b). Noviembre es el mes más caliente y marzo el más frío. De noviembre a marzo se da un enfriamiento persistente, pero éste es mayor de noviembre a diciembre (1.0 °C·mes^{-1}) que el de enero a marzo (0.5 °C·mes^{-1}). Las pendientes de los perfiles de estos meses indican que el agua costera es la más fría.

El calentamiento de la superficie del mar que se registra en la Zona 2, de abril a junio, se caracteriza por ser mayor cerca de la costa (2.5 °C) que lejos de ella (0.5 °C). Durante julio y agosto persiste un incremento uniforme de la TSM. Septiembre es un mes anómalo porque en él se registra un descenso de 2.0 °C con respecto a agosto y muestra la presencia de agua caliente cerca de la costa. Mar adentro la TSM de este mes es más fría que la de marzo. Cerca de la costa, los meses con la TSM más alta (28.2 °C) son agosto, octubre y noviembre, en tanto que las más bajas (24.5 °C) se registraron en marzo, abril y mayo.

La Zona 3, frente a Michoacán, es la más caliente y tiene el menor rango de la TSM: de 24.7 a 29.0 °C (Fig. 4c). Noviembre es el más cálido, con valores de la TSM de 29.0 °C. Marzo es el más frío, con registros de 24.7 °C cerca de la costa, pero también septiembre es relativamente frío, con valores de 25.8 °C lejos de la costa. Si se excluyen septiembre y octubre, las que se registran durante el resto del año fluctúan entre 27.0 y 28.0 °C, más allá (mar adentro) del límite de la ZEEM, mientras que cerca de la costa oscilan entre 24.7 y 28.4 °C, un rango cuatro veces mayor que el de mar adentro. En septiembre se registra un marcado enfriamiento de 1.5 °C en la superficie del mar.

Mayo y junio se distinguen porque sus perfiles (Fig. 4c) identifican dos bandas de agua fría paralelas a la costa: una de 100 km de ancho cuyo eje central dista 220 km de la costa, con una TSM de 26.1 °C, y otra contigua a la costa, de 40 km de ancho, con 25.9 °C. El agua de mar que separa estas bandas tiene una temperatura de 26.8 °C.

El perfil del transecto de junio (Fig. 4c) coincide con el de marzo en la mitad más alejada de la costa y con el de septiembre en su mitad más cercana. Esto indica que de marzo a junio hay un calentamiento cerca de la costa (de 25.0 a 26.0 °C), y de junio a septiembre se da un enfriamiento lejos de ella (de 27.0 a 26.0 °C).

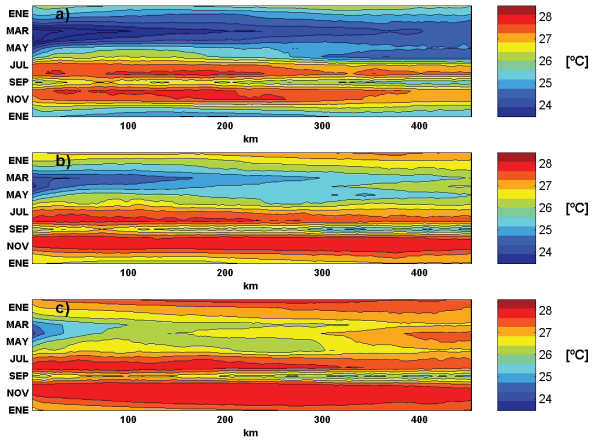
Los transectos de la TSM perpendiculares a la costa, para cada una de las tres zonas, destacan, en la evolución y distribución geográfica de sus isotermas, por los rasgos siguientes (Fig. 5):

- Un enfriamiento cercano a la costa durante marzo, que es mayor en la Zona 1 (Fig. 5a) y menor en la Zona 3 (Fig. 5c).
- Un descenso de la TSM durante septiembre, que es más claro en la Zona 3 (Fig. 5c) que en la Zona 1 (Fig. 5a).
- Un calentamiento homogéneo en verano, excepto durante septiembre, que culmina a mediados

de otoño. El calentamiento registrado es intenso y persistente en noviembre, particularmente en la Zona 3 (Fig. 5c).

- Una invasión de agua fría lejos de la costa durante mayo y junio, en la Zona 3 (Fig. 5c) y la presencia de agua caliente, lejos de la costa, durante abril y mayo.

Figura 5
Isotermas de la evolución anual de la TSM promedio en dirección perpendicular a la costa



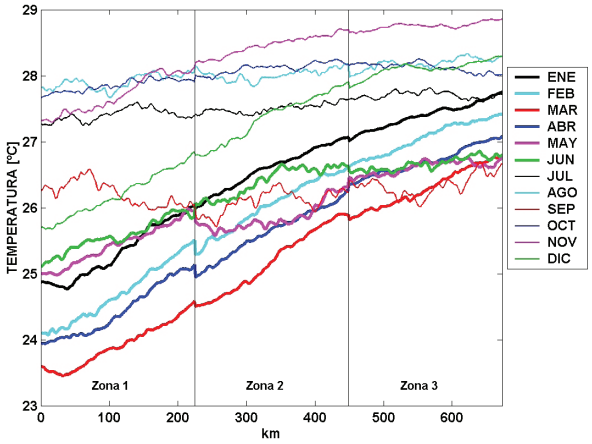
(a): Zona 1, (b): Zona 2 y (c): Zona 3. Las distancias están en kilómetros y se miden a partir de la costa (margen izquierdo). Las temperaturas están codificadas en los recuadros de la derecha.

Transectos promedio paralelos a la costa

Los transectos de la TSM promedio, paralelos a la costa, se pueden observar por separado, pero se optó por presentarlos juntos para ilustrar simultáneamente la estructura térmica de las tres zonas y hacer hincapié en que conforman un solo transecto paralelo a la línea de costa (Fig. 6).

La *figura 6* muestra la pendiente de los perfiles de la TSM promedio. Ésta llega a su valor máximo durante febrero-marzo y es nula en verano-otoño, particularmente en los meses de julio, agosto y octubre. En cada invierno se establece un gradiente de la TSM en dirección paralela a la costa, que se disipa en la primavera siguiente. El mes con mayor gradiente térmico es marzo, que es también el más frío, cuando la diferencia de la TSM entre Cabo Corrientes, Jalisco, y Lázaro Cárdenas, Michoacán, es de 3.4 °C. Esto equivale a un gradiente de norte a sur de 0.06 °C por cada 10 km, en una dirección paralela a la costa. La pendiente de los perfiles de noviembre a junio (Fig. 6) indica que durante este lapso se mantiene una diferencia de la TSM entre la porción norte y la porción

Figura 6
Perfiles de la TSM promedio mensual de los transectos paralelos a la costa, dispuestos consecutivamente de la Zona 1 a la Zona 3



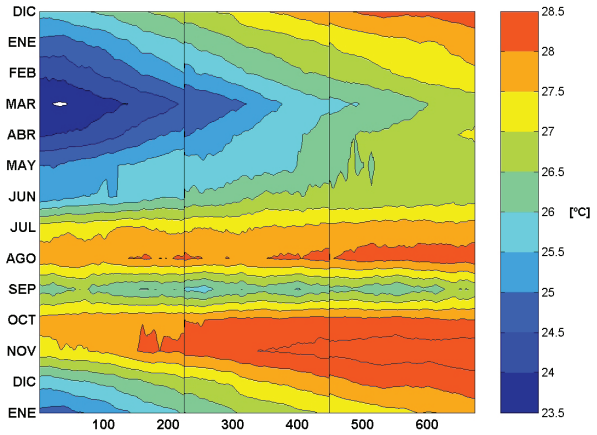
Las distancias están en kilómetros y se miden a partir de Cabo Corrientes (margen izquierdo). Los meses se indican con el código de color y grosor de línea (recuadro de la derecha).

sur del área de estudio, más fría frente a Jalisco y más cálida frente a Michoacán. La uniformidad térmica llega a la región en los meses de verano y se prolonga hasta mediados de otoño. De agosto a septiembre sucede un enfriamiento de hasta 2 °C en toda la región, pero a finales del mes siguiente la TSM recupera los valores registrados en agosto.

En el extremo norte del área de estudio la fluctuación anual de la TSM es de 4.5 °C, de 23.5 °C en marzo y 28.0 °C en agosto. En el extremo sur la variación es dos veces menor, de 2.3 °C, y fluctúa entre 26.5 (septiembre) y 28.8 °C (noviembre). Es decir, es moderada y ocurre en el lapso de dos meses (Fig. 6).

La evolución de las isotermas de la TSM a lo largo de un transecto paralelo a la costa, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán, muestra mayor enfriamiento en el norte durante febrero, marzo y abril (Fig. 7). En contraste, durante octubre y noviembre tiene lugar un calentamiento más intenso en el sur. Es notable también el enfriamiento de agosto a septiembre y la rápida recuperación de la TSM, que alcanza su máximo en noviembre. Sobresalen dos condiciones extremas: la primera, un gradiente térmico invernal a lo largo de la costa, de 0.05 °C por cada 10 km, que persiste durante los primeros dos meses de la primavera; la segunda, la uniformidad térmica que se registra a finales de verano y principios de otoño (Fig. 7).

Figura 7
Isotermas de la evolución anual de la TSM promedio en dirección paralela a la costa para las tres zonas del área de estudio



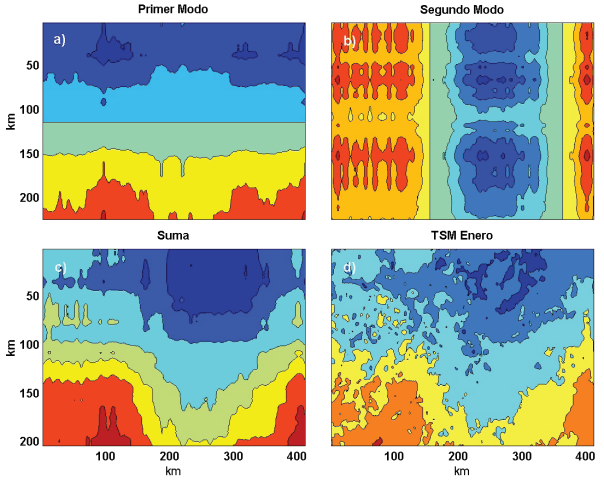
Desde Cabo Corrientes, Jalisco, (margen izquierdo) hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán, (margen derecho). Las distancias están en kilómetros y se miden a partir de Cabo Corrientes. Las temperaturas están codificadas en el recuadro de la derecha.

Vectores y valores singulares

El procedimiento matemático al que se sometieron las matrices de datos de la TSM correspondientes a cada mes y a cada zona, produjo vectores singulares ortonormales, ordenados según la magnitud del valor singular correspondiente, de mayor a menor. Los vectores de 204 componentes son los que se asocian a la estructura térmica de la TSM paralela a la costa. Los que se componen de 412 elementos representan la distribución de la TSM en la dirección perpendicular a la costa. El producto de cada par de vectores singulares asociados al mismo valor singular, multiplicado por este último, genera una matriz que reproduce en alguna proporción rasgos elementales de la distribución de la TSM del mes correspondiente. El orden las matrices en este trabajo es de 204 filas y 412 columnas, por lo que el número total de productos de pares de vectores singulares necesarios para reproducir completamente la matriz original es, a lo más, igual a 204. Por fortuna, sólo bastan los productos de los pares de vectores singulares asociados a los primeros tres o cuatro valores singulares para reproducir la matriz original con alto grado de aproximación (Snieder, 2001).

La bondad de este enfoque se muestra en la *figura 8* con el resultado del procedimiento aplicado a la Zona 1 en enero . La multiplicación del primer vector singular perpendicular a la costa y el primer vector singular paralelo a la costa, por el valor singular correspondiente, produjo el *primer modo*. El resultado fue una matriz de la TSM que exhibe un gradiente térmico paralelo a la costa (Fig. 8a), muy similar al del estado base de la TSM de la *figura 2*. El producto de los segundos vectores singulares, por su valor singular correspondiente, dio lugar al *segundo modo*. La estructura de éste, identifica con claridad tres franjas paralelas a la costa (Fig. 8b). Las primeras dos, una alejada de la costa y una intermedia, tienen alrededor de 200 km de ancho y sus ejes longitudinales están a una distancia de 350 y 150 km del litoral, respectivamente. La tercera franja, contigua a la costa, tiene aproximadamente 50 km de ancho.

Figura 8
Los dos primeros modos de enero de la Zona 1



(a): primer modo, (b): segundo modo, (c): suma del primero y segundo modos y (d): TSM de enero de la Zona 1. Las distancias están en kilómetros y se miden de norte a sur y de oeste a este. La costa se ubica en el margen derecho de cada recuadro.

La estructura del primer modo de enero exhibe un gradiente térmico, que es plausible asociar con la variación latitudinal de la intensidad de la radiación solar, cambio que es acrecentado localmente porque el área de estudio está en una región donde confluyen aguas cálidas que vienen de latitudes ecuatoriales con aguas frías, que desde latitudes medias se desplazan hacia el trópico.

La configuración del segundo modo de enero sugiere desplazamientos de agua superficial paralelos a la costa: del norte el agua más fría; del sur, el agua más cálida.

La suma del primero y el segundo modos resulta en una matriz (Fig. 8c) que contiene 80% de la variabilidad de la TSM que se registró en enero (Fig.

8d), que es la matriz original de este mes. Los rasgos elementales de las *figuras 8c* y *8d* son parecidos y corroboran el alto porcentaje de variabilidad (80%) que suman los primeros dos modos de ese mes. Conforme la interpretación que se sugiere en el párrafo anterior, la descomposición en vectores y valores singulares, y los *modos normales* que con ellos se construyen, se podría inferir que los procesos físico-ambientales que dominan la distribución espacio-temporal de la TSM de enero, en el área de estudio, son: la radiación solar diferencial, cuyo gradiente térmico es aumentado por el efecto de la confluencia de masas de agua superficial que vienen de latitudes ecuatoriales (cálidas) con las que se desplazan al sur desde latitudes medias (frías); y la advección, paralela a la costa, de aguas superficiales.

De manera similar se procedió al cálculo, la suma y la interpretación de los primeros y segundos modos, para cada mes de cada zona. Así se reprodujo en cierto porcentaje la variabilidad de la distribución de la TSM correspondiente. El resultado se muestra en la *figura* 9, en la que la suma de los primeros dos modos de cada matriz original (mes típico) representa entre 54 y 86% de la variabilidad de la TSM. De diciembre a abril, su suma representa entre 72 y 86% de la variabilidad térmica y, de mayo a noviembre, sólo representa entre 54 y 75%. De acuerdo con la interpretación que se propuso en un párrafo anterior, durante los meses de diciembre a abril los procesos dominantes son la radiación solar diferencial en una zona de confluencia y la advección paralela a la costa, mientras que de mayo a noviembre otros procesos, en particular la nubosidad y los de flujos de calor por viento, lluvia y mezcla vertical turbulenta, crecen en importancia y se estima que contribuyen en mayor proporción a la variabilidad de la TSM en el área de estudio.

La isolíneas de los vectores singulares *perpendiculares a la costa* que producen el primer modo de cada mes, exhiben rasgos que permiten la comparación de la estructura térmica de la TSM entre las tres zonas. Aquí se interpreta que la similitud entre dos configuraciones de isolíneas implica que los procesos oceanográficos y de interacción océano-atmósfera, que determinan la distribución de la TSM, son semejantes en las zonas comparadas. El examen de las configuraciones de isolíneas de las tres zonas muestra que las de las zonas 1 y 2 son parecidas entre ellas (Figs. 10a y 10b), pero éstas guardan una diferencia con la estructura de la Zona 3 (Fig. 10c).

Una prueba similar se hizo con las configuraciones de isolíneas de los vectores singulares paralelos a la costa, que conforman también el primer modo. Las configuraciones de isolíneas de las zonas 1 y 2 (Figs. 11a, b), también se parecen entre sí y de manera similar, ambas difieren de la de la Zona 3 (Fig. 11c). Las distribuciones de las isolíneas de los vectores singulares que producen los segundos modos resultaron ser similares a los previamente descritos.

Figura 9
Porcentaje de la variabilidad que representa la suma de los primeros dos modos de las distribuciones mensuales de la TSM, para cada zona

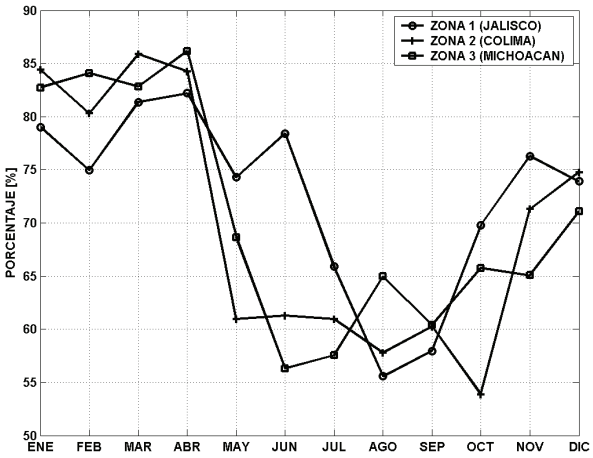
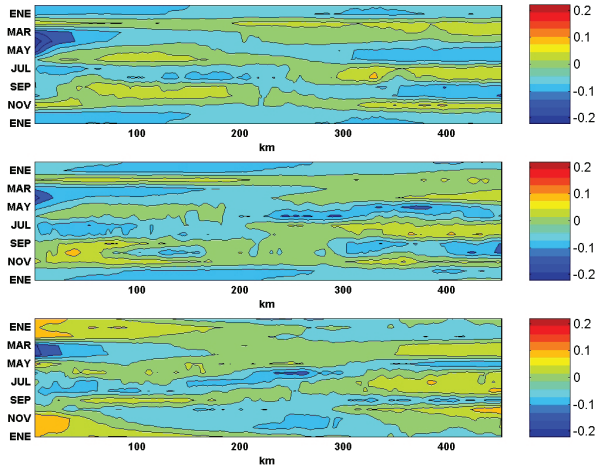


Figura 10
Evolución de la estructura espacial para cada zona de los vectores singulares perpendiculares a la costa, asociados al primer modo

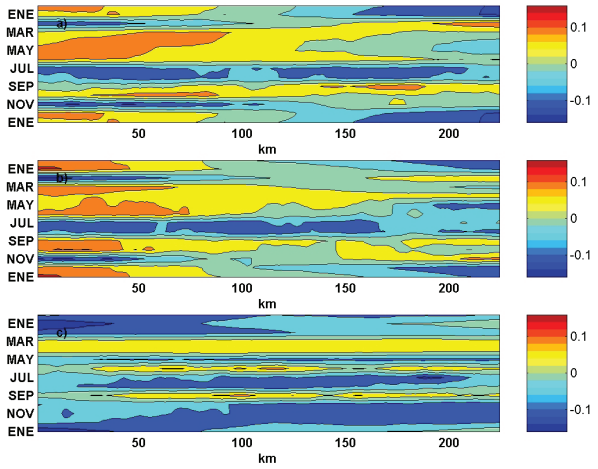


La costa se ubica en el margen izquierdo de cada recuadro y las distancias, en kilómetros, se miden a partir de ésta.

Discusión

La climatología de la TSM (1996-2003) del área de estudio indica que la estructura elemental del estado base consiste de un gradiente térmico de casi 0.05 °C

Figura 11
Evolución de la estructura espacial para cada zona de los vectores singulares paralelos a la costa, asociados al primer modo



La costa se ubica en el margen superior de cada recuadro y las distancias, en kilómetros, se miden a partir del margen izquierdo.

por cada 10 km en dirección de Cabo Corrientes, Jalisco, a Lázaro Cárdenas, Michoacán, que se registra en toda una franja de aproximadamente 450 km de ancho, paralela a la costa (Fig. 2). También devela un gradiente térmico de 0.10 °C por cada 10 km, pero perpendicular a la costa y en una franja de 30 km de ancho, contigua a ella. Este rasgo del estado base exhibe la señal de una surgencia costera intermitente.

Los dos gradientes son congruentes; el primero, con la invasión de aguas cálidas de superficie de la región del Pacífico oriental norecuatorial, a lo largo de la costa mexicana (Badan-Dangon, 1998), y el segundo refleja los episodios de surgencia y de mezcla vertical intensa que inducen tanto los vientos de primavera en las aguas costeras, como los que acometen de manera recurrente sobre el área de estudio, durante la temporada de huracanes.

Un rasgo notable que registra la climatología de la TSM (1996-2003) del área de estudio es el enfriamiento de agosto a septiembre y la recuperación de septiembre a octubre (Fig. 3). El flujo neto de calor que corresponde al descenso de 1.8 °C en la TSM significa una cesión de calor del océano a la atmósfera de 2.77 $W \cdot m^{-2}$ por cada metro de profundidad en el que se dé tal enfriamiento (Curry y Webster, 1999). Para una capa mezclada de 30 m de profundidad, la mengua de calor sería de 90 $W \cdot m^{-2}$. Esta pérdida de calor del estrato superficial del mar ocurre en los meses en que la frecuencia de huracanes del océano Pacífico oriental es la máxima (NOAA/NHC, 1999). Se infiere entonces que los procesos que en esta región estimulan el intenso flujo de calor del océano a la atmósfera a finales del verano son el viento, la nubosidad y la lluvia. Las tormentas tropicales y los huracanes inducen bombeos de Ekman y abordamientos intermitentes en la base del estrato mezclado del mar que modulan también los cambios de la TSM.

Los vientos asociados a los ciclones tropicales que afectan el área de estudio mezclan el agua de mar de las primeras decenas de metros de profundidad y producen evaporación. La nubosidad que acompaña a estos meteoros reduce la insolación de la superficie del mar y su calentamiento. También, las lluvias que ocurren sobre el mar durante el desplazamiento de las tormentas tropicales por esta región coadyuvan al enfriamiento de la superficie del océano. Aquí se asevera que la acción conjunta de estos procesos de interacción océano-atmósfera determina la pérdida de calor del estrato superficial del mar de agosto a septiembre.

Al decrecer el número de tormentas tropicales que pasan sobre el área, aumenta el número de días con vientos débiles y disminuye la nubosidad. La radiación solar directa es más intensa (Magaña *et al*., 1999; Cortéz, 2000) y este calentamiento produce una evaporación que genera un estrato húmedo adyacente a la superficie del mar, transparente a la radiación solar, pero opaco a la radiación emitida. El estrato constituye una segunda fuente de calor para la superficie del mar (Webster, 1994). En tales condiciones, los vientos carecen de la energía mecánica necesaria para mezclar el agua de mar y propician una rápida pero somera estratificación térmica. En pocas semanas se calienta el agua de mar en los primeros metros de profundidad, sin requerir un gran flujo de calor de la atmósfera al océano. La posible invasión de agua superficial de la alberca caliente del Pacífico mexicano, localizada justo al sur del área de estudio, transportada por la Corriente mexicana del Pacífico oriental (Badan-Dangon, 1998), es otra posible causa del aumento local de la TSM. Los perfiles de la TSM, perpendiculares a la costa, de abril, mayo y junio, sugieren la penetración de agua de mar cálida al área de estudio (Fig. 4a).

La confirmación de estas causas requiere estudios de procesos oceanográficos regionales específicos y más precisos. Es necesario aclarar que el calentamiento de septiembre a octubre ocurre a principios de otoño, precisamente cuando inicia la reducción del flujo de energía solar debido a la reducción del ángulo de incidencia, el aumento de la correspondiente absorción atmosférica y la disminución gradual de las horas de insolación en esa época del año. Por la ubicación tropical del área de estudio, los efectos astronó-

micos que estimulan el enfriamiento de la superficie del mar se subordinan a las condiciones meteorológicas ya referidas, que son las que conducen finalmente al calentamiento de fines de verano.

Otro rasgo climatológico del área de estudio es el enfriamiento diferencial que ocurre de noviembre a marzo (Fig. 3), y al cual contribuye de manera sustancial la intensa surgencia contigua a la costa de Jalisco (Zona 1) durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo. Una surgencia menos intensa y de menor extensión geográfica ocurre simultáneamente a lo largo de la costa de Colima (Zona 2). Tales circunstancias, además de la débil surgencia que se presenta en estos mismos meses en la zona frente a Michoacán, sugieren que las tres zonas están en escenarios ambientales distintos.

Las aguas del estrato superficial del mar, vecinas a Cabo Corrientes, Jalisco son, de febrero a mayo, las más frías del área de estudio. A la circulación costera que induce el embate de los vientos de invierno y primavera le afecta la conformación irregular y prominente del litoral y ésta, en combinación con el viento, produce una intensa mezcla vertical turbulenta que mantiene una TSM persistentemente fría. La orientación y los accidentes topográficos de la costa cambian y se suavizan a lo largo de la misma, de Jalisco a Michoacán, y condicionan el desarrollo de la surgencia costera. Los vientos sobre la Zona 1 requieren tener la suficiente intensidad y la dirección apropiadas para producir la surgencia relativamente intensa que se registra en la TSM durante los meses de invierno, particularmente alrededor de Cabo Corrientes. Pero cuando vientos similares soplan sobre las zonas 2 y 3, éstos ya no producen una surgencia evidente, aun cuando los perfiles perpendiculares a la costa de la TSM de febrero, marzo y abril insinúan una advección contigua a la costa en dirección sureste (Figs. 4c, 5 y 7).

Los dos resultados principales de la presente climatología de la TSM destacan la configuración térmica promedio de ésta —el estado base 1996-2003 (Fig. 2)— y la evolución espacio-temporal de las características térmicas promedio de cada mes típico (Figs. 3 a 7). Cada mes típico es una referencia contra la cual se pueden comparar las observaciones registradas en las imágenes más recientes. A partir del examen de tales diferencias o anomalías es posible advertir el desarrollo de condiciones oceanográficas anormales, potencialmente adversas a la actividad de la industria pesquera local. Esta posibilidad otorga un valor intrínseco muy importante al análisis de las anomalías. Si se tiene acceso a una climatología apropiada de la TSM, tales estudios se pueden realizar con facilidad y con la frecuencia necesaria. El procesamiento apropiado de esta información redundaría en decisiones que beneficiasen a la pesquería local.

La variabilidad que se puede detectar con la presente climatología de la TSM es limitada, por varias razones. La primera de ellas, como lo expresan opiniones autorizadas, es que el periodo de ocho años de datos que la sustentan es muy corto, porque una climatología de la TSM debe establecerse sobre la base de 20 a 30 años de información (Emery y Thompson, 2001) para ser robusta. Segundo, por la extensión temporal de los datos (1996-2003) y la frecuencia de medias mensuales, que sólo permite resolver fluctuaciones cuya periodicidad es menor que cuatro años y mayor que tres meses. Tercero, por la extensión del área de estudio y la resolución espacial de las imágenes satelitales, que sólo distingue configuraciones térmicas cuyas dimensiones no exceden a las del área de estudio, pero que tampoco son menores que las de la resolución media de las imágenes satelitales de la TSM utilizadas (Gallegos *et al*., 1996). Por último, es necesario aclarar que la descomposición en *modos normales* no es una panacea, aunque sí constituye una búsqueda válida, de configuraciones matemáticas ortogonales y linealmente independientes que pudieran sugerir una correspondencia con procesos físicos dominantes. Éstos, se sabe, no son lineales ni tampoco tienen atributos matemáticos, como la ortogonalidad, entre ellos. Sin embargo, en este caso los resultados dejan entrever que dichos modos sirven como un referente para identificar los efectos físicos más determinantes de las condiciones oceánicas observadas. Por ejemplo, la *figura 9* destaca dos distintas estructuras térmicas de la TSM en el área de estudio. Una, que ocurre de enero a abril, en la que los primeros dos modos contribuyen hasta en 85% a la variabilidad de la TSM. Ello significa que durante el invierno y hasta el inicio de la primavera, la distribución espacio-temporal de la TSM obedece, de manera importante, a la radiación solar diferencial, a la confluencia de masas de agua superficial y a la advección paralela a la costa. La otra, que se da en el verano y principios de otoño, en la que la suma de los primeros dos modos sólo representa un poco más de la mitad, hasta un 65%, de la varianza de la TSM. En esta temporada, la nubosidad y los flujos de calor inducidos por viento, lluvia y mezcla vertical turbulenta, juegan un papel tan importante como los que dominan en invierno.

La climatología que se presenta en este trabajo permite identificar fluctuaciones térmicas de escala semi-anual, anual, e interanual para el área de estudio considerada. Las que aquí se identifican son las asociadas a procesos locales de enfriamiento-calentamiento y advección de aguas de superficie, los epi-

sodios de surgencia y el establecimiento del gradiente térmico paralelo a la costa.

Es recomendable que las climatologías regionales de la TSM se actualicen con regularidad, por lo menos cada dos años, con el fin de recalcular el estado base y los meses típicos; así como para examinar los cambios que ocurran en estos productos estadísticos. Conforme se aumente la extensión temporal de las futuras climatologías de la TSM no sólo se afinará la advertencia de las fluctuaciones interanuales sino que también será posible percatarse, con creciente claridad, de las tendencias asociadas a la expresión regional del cambio climático global para tomar oportunamente las providencias necesarias que mitiguen los impactos que puedan causar alteraciones nocivas en las condiciones ambientales actuales.

Agradecimientos

Agradecemos a María del Carmen Jiménez Quiroz su cordial invitación a colaborar en este libro. Este trabajo no hubiera sido posible sin el acervo BITSMEX [*http://tsunami.icmyl.unam.mx*] cuya existencia se debe al auxilio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de su Programa 1999 de apoyos a bancos de información (Proyecto R32536-T) y del Instituto Nacional de la Pesca por su continuada ayuda en la sección de archivo y operación del acervo. También, el crecimiento y consolidación de BITSMEX se sustenta en la información satelital que se recibe cotidianamente en el Instituto de Geografía de la UNAM. Damos el merecido reconocimiento a las autoridades de estas instituciones por su apoyo decidido y oportuno al servicio que presta, a la comunidad oceanográfica, este banco de información de la temperatura de la superficie del mar de la Zona Económica Exclusiva de México y aguas oceánicas internacionales adyacentes. Las observaciones y recomendaciones de dos revisores anónimos y la meticulosa revisión de estilo con la que nos favoreció Martha Reguero Reza, contribuyeron a mejorar la calidad y la presentación de este trabajo.

Referencias bibliográficas

BADAN-DANGON, A. 1998. Coastal circulation from the Galápagos to the Gulf of California. Coastal Segment. En: A.R. Robinson y K.H. Brink (eds.). *The Sea, Pan Regional*. Vol. 11, John Wiley and Sons, pp. 315-343.

BITSMEX. 2003. Banco de Información de la temperatura de la superficie de los mares de México. [*http://tsunami.icmyl.unam.mx*]. UNAM, México.

CORTÉZ, M. 2000. Variaciones intraestacionales de la actividad convectiva en México y América Central. *Atmósfera*. 13(2):95-108.

CURRY, J.A. y P.J. Webster. 1999. Thermodynamics of atmospheres and oceans. *International Geophysics Series* 65. Academic Press, San Diego, CA. 471p.

EMERY, W.J. y R.E. Thompson. 2001. *Data analysis methods in physical oceanography*. Elsevier, Nueva York. 639p.

GALLEGOS, A., J. Barberán, S. Czitrom, A. Fernández y R. Rodríguez. 1996. Oceanografía satelital en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. *GEOUNAM*, 3(2): 3-8.

GALLEGOS, A., J. Barberán y A. Fernández. 1988. Condiciones oceanográficas alrededor de Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, en julio de 1981. *Revista Geofísica*, IPGH, 28:41-58.

MAGAÑA, V., J.A. Amador y S. Medina. 1999. The midsummer drought over Mexico and Central America. *J. Climate*, 12:1577-1588.

MAUL, A.G. 1985. *Introduction to satellite oceanography*. Martinus Nijhoff Publishers, Boston, 606p.

NOAA/NHC. 1999. Hurricane basics. NHC, UCAR, 19p. [*http://www.nhc.noaa.gov*]

NOBLE, B. 1989. *Álgebra lineal aplicada*. Prentice-Hall Hispanoamericana. México. 572p.

SNIEDER, R. 2001. *A guided tour of mathematical methods for the physical sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, 429p.

TRASVIÑA, A., D. Lluch-Cota, A.E. Filonov y A. Gallegos. 1999. Oceanografía y El Niño. En: V.O. Magaña (ed.). *Los Impactos de El Niño en México*. UNAM, IAI, SEP-Conacyt y DGPC-SEGOB, México, 228p.

WEBSTER, P.J. 1994. The role of hydrological processes in the ocean-atmosphere interactions. *Reviews of Geophysics*, 32(4):427-476.

WYRTKI, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 5(9):63-97.

Surgencia y vientos favorables en la costa oriental del Pacífico mexicano

Sergei N. Bulgakov[*]
Alejandro Martínez Zatarain[**]

Resumen

Se realizó un estudio numérico de la circulación tridimensional en la parte central del Pacífico mexicano, con el fin de evaluar algunos factores dinámicos que generan fertilización marina, en virtud de que se han observado altos valores de productividad biológica. En una serie de experimentos numéricos se simuló la generación de surgencia costera utilizando vientos de diferentes direcciones frente a Cabo Corrientes (18°-24° N; 103°-107° O). Se adaptó para los cálculos un modelo de ecuaciones primitivas, multicapas, con resolución horizontal de 9 km por 9 km. Los resultados de la modelación numérica demostraron que los vientos del NO, N, NE y E favorecen la surgencia en la región del estudio.

Palabras clave: Modelación numérica, surgencia, Pacífico Central mexicano.

Introducción

La región oceánica costera difiere de la región propiamente oceánica (abierta o profunda) por la fuerte influencia del continente. Esta situación se traduce en importantes procesos hidrodinámicos, químicos, biológicos y geológicos propios de cada zona marina en la franja costera. El tema de este capítulo se centra en procesos hidrodinámicos, que en general se presentan más complicados en aguas poco profundas que en el océano abierto (Tomczac, 1998).

Debido a la presencia del factor topográfico, la escorrentía de nutrientes exógenos por lluvia y la intensa mezcla tanto horizontal como vertical, se genera un marcado efecto fertilizante cerca de continentes e islas, en comparación con los vastos desiertos oceánicos (Ríos-Jara, 1998). Así es como durante determinadas condiciones, en ciertas zonas del océano costero pueden desarrollarse eventos que favorecen la mezcla vertical, como la surgencia costera inducida por viento, proceso asociado con algunas de las regiones más productivas del planeta.

El término surgencia se utiliza para denominar los movimientos verticales ascendentes que transportan agua de niveles subsuperficiales hasta la capa superficial del océano, así como los movimientos horizontales asociados que la remueven de las regiones donde ocurren estos eventos. Para que estos movimientos verticales y horizontales sean considerados como una surgencia es necesario que tengan una extensión mínima tanto espacial de unas decenas de kilómetros, por lo menos, como una duración mínima de unos cuantos días (Pares-Sierra *et al*., 1997).

La surgencia ocurre en muchas regiones del océano, pero la más relevante es la costera, producida por efecto de vientos hacia el ecuador en los océanos con frontera oriental (Charney, 1955; Yoshida, 1955; Wooster *et al*., 1976), por la importancia de las consecuencias biológicas, químicas y económicas que conlleva. Así, las aguas subsuperficiales que alcanzan la capa superficial como resultado de este fenómeno, tienen mayor contenido de nutrientes y menor de oxígeno disuelto que las aguas superficiales reemplazadas. Las aguas ricas en nutrientes que alcanzan la capa superficial en la que penetra la luz, generan un aumento acelerado del fitoplancton, constituyente base de la cadena alimenticia en el océano; y con ello, la biomasa de los elementos superiores de la cadena alimenticia también aumenta. Por tal razón, las zonas

* Instituto de Astronomía y Meteorología, Departamento de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Av. Vallarta 2602, Sector Juárez, 44130, Guadalajara, Jalisco, México. Correo electrónico: sbulgako@cencar.udg.mx

** Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Carretera Guadalajara-Nogales, 15.5 km, Las Agujas Nextipac, Zapopan, Jalisco, México. Correo electrónico: amartine@cencar.udg.mx

de surgencia son de gran importancia en la pesca de algunas especies con valor comercial (Pares-Sierra *et al*., 1997). Así, el estudio de la formación de la surgencia, la manera en que ocurre en cada zona particular y cómo incide en las pesquerías, es un tema de relevancia económica y ecológica.

Debido a que la velocidad de los flujos ascendentes producidos por este fenómeno es del orden de milésimas de $cm \cdot s^{-1}$, su medición instrumental es en extremo complicada. De esta manera, la surgencia puede detectarse por sus efectos, es decir, en la disminución de temperatura o el aumento de nutrientes o clorofila. El estudio de la dinámica de la surgencia ha sido posible gracias a mediciones directas de estas variables, al uso de la modelación hidrodinámica y a las imágenes de satélite (Kosnyrev *et al.*, 1997). En el presente trabajo se emplearon datos de mediciones directas y modelación hidrodinámica para el estudio de la surgencia en el Pacífico Central mexicano.

En el Pacífico Oriental los eventos de surgencia se manifiestan en las aguas del occidente de México, generalmente durante el periodo invierno-primavera de años en que no se presenta el fenómeno El Niño, cuando la termoclina está más somera (Álvarez-Sánchez *et al.,* 1978; Zuria-Jordan *et al.*, 1995; Amezcua, 1996; Martínez-Zatarain, 1998; Morales-Blake *et al.*, 1999; Aguirre-Gómez *et al.*, 2003; Bulgakov *et al.*, 2005).

La combinación de las aguas frías ascendentes y las aguas cálidas superficiales, resulta en un enfriamiento de la capa superficial marina que se registra en los datos hidrológicos, así como en las imágenes satelitales en el infrarrojo, gracias a lo cual es posible visualizar las surgencias. Las imágenes de color del mar captan los altos valores de clorofila-*a* presentes en zonas de surgencia, por lo que son una valiosa herramienta para el seguimiento de estos fenómenos. La productividad de las aguas del Pacífico mexicano ha sido estudiada con el uso de dichos datos satelitales de color del mar en combinación con variables meteorológicas y oceanográficas (Lluch-Cota y Álvarez-Borrego, 1998).

Diferentes aspectos de las fluctuaciones en el clima regional y de la variabilidad oceánica frente al borde occidental de México han sido descritos por diversas instituciones oceanográficas internacionales (Roden y Groves, 1959; Roden 1961, 1971; Wyrtki, 1965, 1967, 1968; Stevenson, 1970; Roden y Emilson 1980; Kessler, 2002) y nacionales (Álvarez-Sánchez *et al.*, 1978; Zuria-Jordan *et al*., 1995; Amezcua, 1996; Galindo-Estrada *et al.*, 1998; Trasviña *et al.*, 1999; Aguirre-Gómez, 2002; Secretaría de Marina, 2002; Aguirre-Gómez *et al.,* 2003). Esta área presenta fuertes variaciones estacionales debido a que se encuentra en la zona de transición de la confluencia de dos corrientes dominantes (Californiana y Contracorriente Norecuatorial), que se desplaza meridionalmente en relación con las variaciones de tipo monzónico del clima regional que caracteriza a esta parte del Pacífico (Higgins *et al.*, 2003). Además, la influencia de la circulación del Golfo de California, de las irregularidades de la línea de costa y del relieve del fondo, la convierten en una zona sumamente dinámica, con estructuras complejas (como giros y frentes) que pueden ser detectadas con datos satelitales de temperatura y color del mar (Parés-Sierra *et al.*, 1997; Aguirre-Gómez *et al.*, 2003).

De acuerdo con diversos autores (Roden, 1971; Stevenson, 1972; Cortéz-Vázquez, 2000; Kessler, 2002) y con las mediciones directas propias, los vientos del NO dominan en el periodo invierno-primavera, ocasionando una circulación general en dirección sureste. Durante las otras estaciones, las componentes sur del viento son más frecuentes, causando que la circulación ocurra en dirección noroeste.

El viento es una de las fuerzas generadoras de la surgencia costera. La teoría general (Charney, 1955; Yoshida, 1955; Philander y Yoon, 1982; Yoon y Philander, 1982) para la zona costera oriental, que asume un océano estratificado con paredes verticales y fondo plano, predice que vientos del norte paralelos a la costa son responsables de producir la corriente costera, así como el desplazamiento de Ekman de las aguas en dirección fuera de la costa, lo que ocasiona la surgencia costera.

No obstante, en presencia de una topografía tan irregular como la de la zona de estudio, se genera una compleja distribución de las zonas de surgencia debido a la orientación del viento con respecto a la de la costa, la pendiente del fondo, y el acoplamiento de los campos de temperatura, salinidad y corrientes.

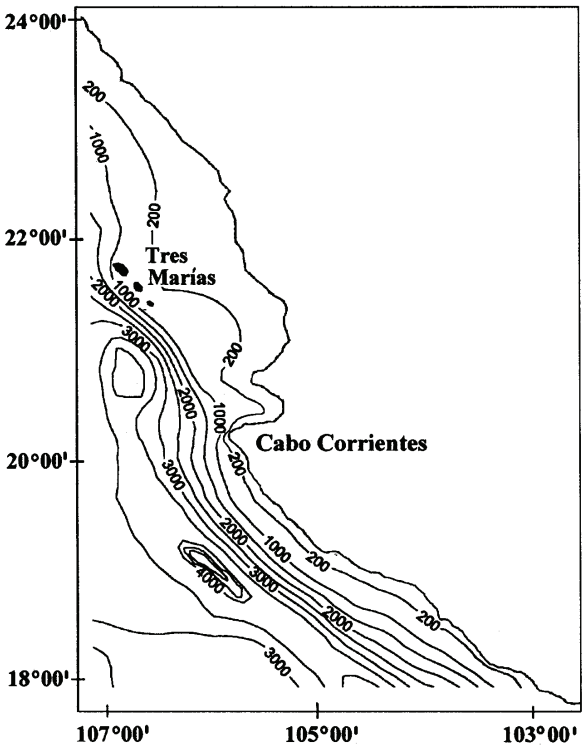
El objetivo de este trabajo es determinar las zonas de surgencia costera en las aguas adyacentes a Cabo Corrientes, mediante cálculos con un modelo numérico baroclínico, prescribiendo las irregularidades de la línea de costa y topografía del fondo.

Métodos y materiales

El área comprendida entre 18°-24° N y 103°-107° O fue seleccionada como la región del estudio (Fig. 1). Esta área *quasi*-triangular, con fronteras abiertas en el oeste y el sur, tiene una frontera sólida que se extiende en dirección NO-SE que se ve alterada por la prominencia del Cabo Corrientes. Además esta región se caracteriza por sus numerosas irregularidades en la topografía del fondo, incluyendo una amplia zona

de plataforma (profundidades menores a 200 m), un grupo de islas (Tres Marías), un pronunciado declive del talud continental y un área de océano profundo donde las profundidades alcanzan los 5 000 metros.

Figura 1
Representación de la topografía del fondo (m) en la región del Pacífico Central mexicano



Se utilizó para este estudio el modelo numérico multicapas (Mikhailova *et al.,* 1991) elaborado en el Instituto Hidrofísico Marino (Sevastopol, Ucrania), que se basa en un sistema de ecuaciones primitivas en forma divergente con aproximaciones de hidrostática y de Boussinesq, donde la ecuación de estado es no-lineal. El sistema inicial de ecuaciones diferenciales se aproxima mediante diferencias finitas con base en el método conservativo de cajas. El esquema es de dos capas en términos de tiempo e implícito cuando se aproximan difusión vertical, advección, fricción con el fondo y aceleración de Coriolis (para detalles véase Androsovich *et al.*, 1995). El modelo fue probado en una calibración de modelos numéricos, particularmente para calcular campos hidrotermodinámicos en el Atlántico tropical (Sarkisyan, 1992). Ha sido usado, entre otros, para estudiar los procesos de surgencia en la región abierta del Mar Negro noroccidental (Kosnyrev *et al.*, 1996, 1997; Mikhailova *et al.*, 1997) y en el Pacífico Central mexicano (Martínez-Zatarain, 1998; Bulgakov *et al.*, 2005).

Se adaptó dicho modelo a la región del borde oriental del Pacífico Central mexicano, prescribiendo las configuraciones de la topografía del fondo y de la línea costera por datos de la carta de navegación SM400.[1] El área se dividió en una malla horizontal de 9 km por 9 km y 11 niveles verticales. La máxima profundidad del mar fue 5 000 m, y la mínima profundidad en plataforma fue 7 m. La razón de que las islas fueran sumergidas a esta profundidad mínima fue asegurar la uniformidad sobre la región entera.

Los cálculos sobre la malla de diferencias finitas se intercalan en la horizontal y en la vertical. La línea costera pasa a través de los puntos con índices enteros de la malla, y las componentes de velocidad horizontal fueron determinadas para estos puntos. La temperatura, la salinidad y la función de corriente fueron determinadas en los puntos de la malla con índice fraccional. Todas estas variables fueron calculadas en los niveles de profundidad de 0.5, 1.5, 6.5, 13.5, 26.5, 43.5, 76.5, 123.5, 226.5, 473.5 y 926.5 m. La velocidad vertical entre estos niveles horizontales fue determinada en los puntos de malla con índices enteros.

Las siguientes condiciones de frontera fueron adoptadas. En la superficie marina, se prescribió forzamiento por viento, la aproximación de tapa rígida para la velocidad vertical, así como flujos de calor y sal nulos:

$$\text{Ec. 1} \qquad A\frac{\partial u}{\partial z} = \tau_x,\ A\frac{\partial v}{\partial z} = \tau_y,\ w = 0,\ \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial S}{\partial z} = 0.$$

Aquí (u, v, w) son las componentes de velocidad a lo largo de los ejes (x, y, z) dirigidos hacia el Este, el Norte y en vertical de la superficie hacia el fondo con profundidad H, respectivamente.

Para el fondo del mar, las condiciones de flujo friccional y la ausencia de flujos de calor y sal fueron prescritas:

$$\text{Ec. 2} \qquad A\frac{\partial u}{\partial z} = \lambda\,|U|\,u,\ \ A\frac{\partial v}{\partial z} = \lambda\,|U|\,v,$$

$$\text{Ec. 3} \qquad w = u\frac{\partial H}{\partial x} + v\frac{\partial H}{\partial y},\ \ \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial S}{\partial z} = 0$$

1. Carta de navegación SM 400. Cabo San Lucas a Manzanillo e Isla Revillagigedo. Escala 1:750 000 . Publicada por SEMAR, Dic. 2004

donde el coeficiente de intercambio vertical de momento ($A = 10^{-2}$ m^2·s^{-1}) y el coeficiente de fricción ($\lambda = 10^{-2}$) se tomaron constantes, de la misma manera que el coeficiente horizontal de viscosidad ($A_l = 10$ m^2·s^{-1}), los coeficiente de difusión horizontal ($\mu_l = 1$ m^2·s^{-1}) y vertical ($\mu = 10^{-4}$ m^2·s^{-1}) en las ecuaciones hidrodinámicas.

En las fronteras laterales sólidas, se asumieron condiciones de adherencia para la velocidad de corriente, y la ausencia de flujos de calor y sal:

Ec. 4 $$u = v = \frac{\partial T}{\partial \mathrm{n}} = \frac{\partial S}{\partial \mathrm{n}} = 0,$$

donde *n* es el vector normal dirigido hacia el contorno de la línea costera.

En las fronteras oceánicas abiertas la condición de flujo libre para las corrientes fue prescrita:

Ec. 5 $$\frac{\partial u}{\partial \mathrm{n}} = \frac{\partial v}{\partial \mathrm{n}} = 0$$

El esquema combinado de relajación y advección para los campos de temperatura y salinidad fue especificado. Cuando el agua fluye hacia el interior del dominio de la región, temperatura y salinidad son afectadas por los valores del océano exterior prescritos en la frontera abierta:

Ec. 6 $$T = T_o\,,\; S = S_o$$

Cuando el agua fluyó hacia afuera, se impusieron las condiciones:

Ec. 7 $$\frac{\partial T}{\partial \mathrm{n}} = \frac{\partial S}{\partial \mathrm{n}} = 0.$$

Esto significa que el agua entrante al área de estudio tiene una temperatura y una salinidad idénticas a las del océano externo (T_o, S_o), mientras que el agua saliente tiene temperatura y salinidad idénticas a aquellas que se formaron en el interior del área.

Las componentes de transporte total:

Ec. 8 $$S_x = \int_0^H u\,dz = -\frac{\partial \psi}{\partial \mathrm{y}},\quad S_y = \int_0^H v\,dz = \frac{\partial \psi}{\partial \mathrm{x}}$$

se definieron usando la ecuación de continuidad y las condiciones de velocidad vertical aplicables a la superficie y el fondo:

Ec. 9 $$\frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} = 0$$

En la frontera abierta éstas fueron definidas:

Ec. 10 $$\frac{\partial S_x}{\partial n} = \lambda_1 S_x,\quad \frac{\partial S_y}{\partial n} = \lambda_2 S_y\,,$$

que pueden ser reescritas en diferencias finitas:

Ec. 11 $$S_{xN} = \alpha S_{xN-1}\,,\quad S_{yN} = \beta S_{yN-1}\,,$$

donde *N* y *N*-1 son los puntos en la frontera y en su vecindad respectivamente.

En este caso la condición de frontera para la función de corriente es:

Ec. 12 $$\psi_N = \gamma \psi_{N-1}\,,\ \text{donde}\ \gamma = \frac{\alpha + \beta}{2 + \alpha - \beta}$$

Puesto que fue adoptada una condición de flujo libre en la frontera abierta se prescribió

$$\alpha = \beta = \gamma = 1\ (\lambda_1 = \lambda_2 = 0).$$

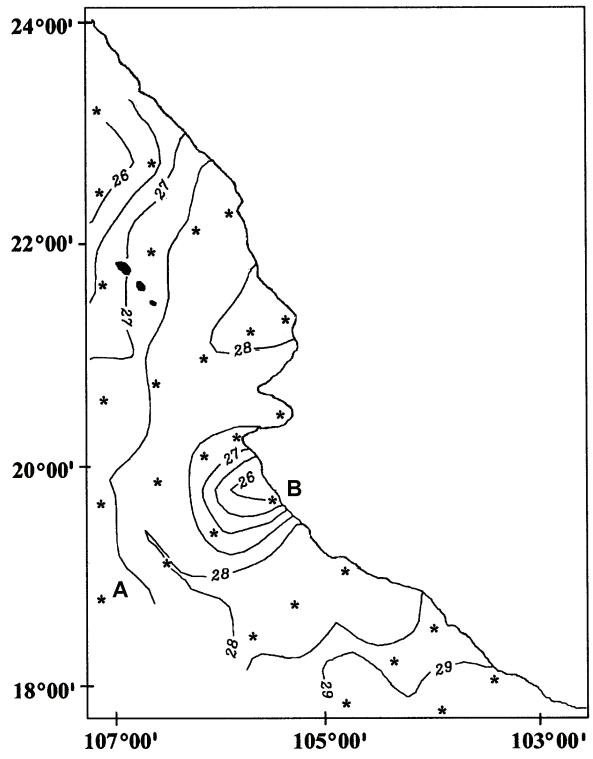
Los cálculos fueron diseñados de la siguiente manera: el fluido estuvo inicialmente en reposo y tenía una densidad horizontal uniforme y estratificada en la vertical. Se examinaron ocho direcciones de viento (específicamente: noroeste, norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste y oeste) con el propósito de zonificar los eventos de surgencia en el área.

La magnitud de la tensión tangencial del viento en todos los experimentos se asumió espacialmente constante, con un valor igual a $2.5\cdot10^{-4}$ m^2·s^{-2}, que corresponde a una intensidad de viento cercana a 9 m·s^{-1}. El coeficiente de arrastre empleado fue $2.6\cdot10^{-3}$ de acuerdo con el método de Hellerman (1965).

Observaciones hidrológicas obtenidas por el Instituto Oceanográfico de Manzanillo (Colima), abordo del B/O *Altair* del 15 al 30 de mayo de 1996, con la participación de la Universidad de Guadalajara, fueron empleadas como datos de entrada en los experimentos numéricos. Estas mediciones de CTD se obtuvieron en niveles desde la superficie hasta la profundidad de 1 500 m. La red de estaciones y la distribución de temperatura a 10 m de profundidad se muestran en la *figura 2*. Esta información revela la presencia de una zona de surgencia al sur de Cabo Corrientes. Los vientos moderados del NO (8-15 m·s^{-1}) prevalecieron durante el periodo de observaciones, lo que corresponde a las condiciones características de primavera de esta región.

El corte vertical de densidad (σ_t) de la estación A hacia la estación B (Fig. 3) revela que la malla de observaciones no fue lo suficientemente detallada para analizar procesos de surgencia; sin embargo, estos datos de mediciones directas pueden ser utilizados para

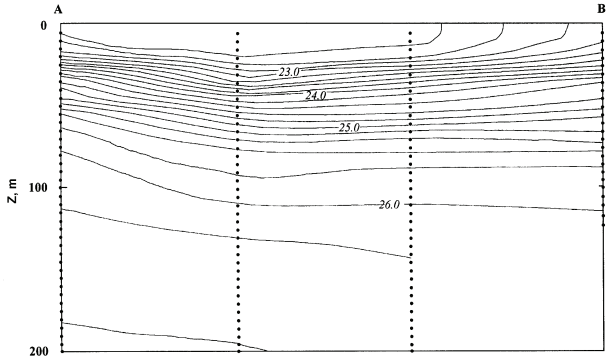
Figura 2
Distribución de la temperatura (˚C) a 10 m de profundidad por datos del crucero JALCO-96 (del 15 al 30 de mayo 1996)



La localización de estaciones CTD se muestra con asteriscos.

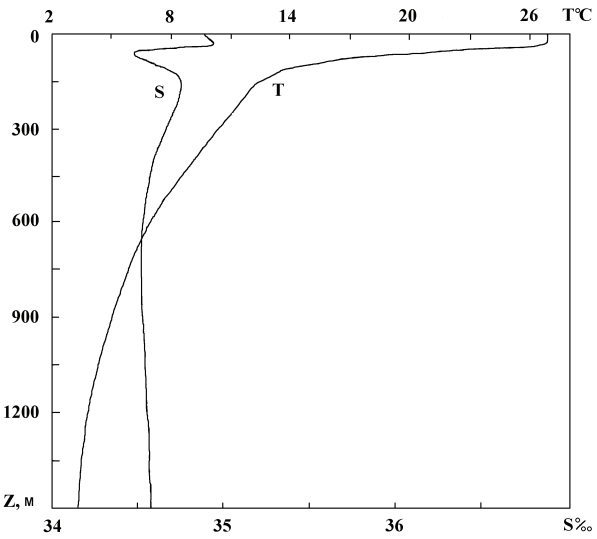
determinar las condiciones hidrológicas iniciales en los experimentos numéricos.

Figura 3
Sección vertical del campo de densidad (σ_t) con contornos de 0.2 de intervalo, de la estación A a la estación B (mostradas en Figura 2)



Perfiles promedio de temperatura y salinidad en el área profunda (>1 200 m), basados en los datos del programa JALCO-96 se muestran en la *figura 4*. La suavización realizada permitió caracterizar la estructura térmica empleada en los experimentos como similar a las observadas en años No-Niño en la región (Amezcua, 1996). Aparentemente la temperatura decrece monótonamente desde 27 ˚C en superficie hasta 3 ˚C en el nivel inferior de observaciones, lo cual es típico en esta parte del Pacífico (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). La distribución vertical en salinidad fue más complicada, mostrando valores máximos y mínimos subsuperficiales en la capa superior de 150 m. Estos datos fueron usados para determinar las propiedades iniciales de la estratificación oceánica prescrita en los experimentos numéricos.

Figura 4
Perfiles verticales promedio de temperatura (˚C) y salinidad (°/$_{oo}$) basado en datos JALCO-96, usados como condiciones iniciales en los experimentos numéricos



Resultados

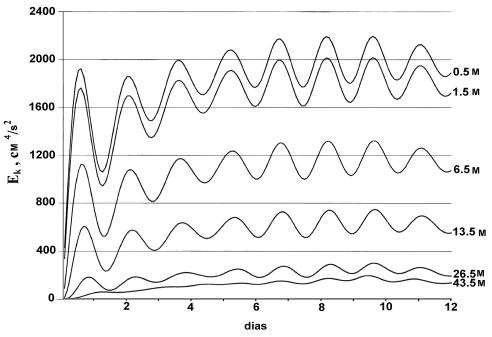
Previo a la descripción de los resultados experimentales es necesario determinar las escalas características para la respuesta del océano al inicio de un viento sostenido. Como fue apreciado por Philander y Yoon (1982), la respuesta de la zona costera oriental al forzamiento del viento ocurre en dos etapas. Después de la propagación de señales tipo ondas de Kelvin a lo largo del área en un tiempo $T_k = \frac{L}{c}$, que es del orden de tres días (para una distancia L de aproximadamente 500 km y una velocidad de onda gravitacional característica c del orden de 2 m·s^{-1}), la zona de surgencia costera está temporalmente en equilibrio. La fase final en el establecimiento de las condiciones de

equilibrio se asocia con la dispersión de la corriente costera en ondas de Rossby que ocurren después de un tiempo $T_R = \frac{4\pi f}{\beta c}$ (donde f es el valor local del parámetro de Coriolis y β es su derivada latitudinal), que es del orden de unos cuantos meses.

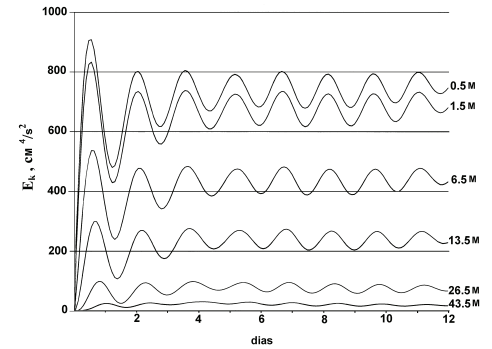
Como el estudio de la dispersión de la circulación forzada por viento está fuera de los objetivos del presente estudio, la duración de los experimentos numéricos se restringe a periodos de unos cuantos días.

Las distribuciones de energía cinética normalizada $Ek = \iint \frac{u^2 + v^2}{2} dxdy$ en diferentes niveles de profundidad para vientos NO y E relativas al periodo experimental de varios días se muestran en la *figura 5*. Estos gráficos muestran oscilaciones de energía dentro del periodo de 1.5 días. Éste es muy cercano al inercial de 36 horas a los 20° N. La figura además muestra que las condiciones de equilibrio se alcanzan en seis o siete días. Los campos que fueron analizados son del sexto día de la simulación numérica, cuando se encuentran cercanos a un estado estacionario.

Figura 5
La adaptación de la energía cinética normalizada $Ek = \iint \frac{u^2 + v^2}{2} dxdy$ ($cm^4 s^{-2}$) a 12 días del modelo en los niveles de profundidad para los vientos NO (a) y E (b)



a)



b)

Los resultados de experimentos numéricos con distintas direcciones muestran que la surgencia más intensa ocurre cuando los vientos del NO, N, NE y E fueron prescritos. Por otro lado, los cálculos con el modelo también mostraron que la surgencia es muy débil o inexistente cuando se emplearon otras direcciones de viento.

El análisis de los datos muestra que entre los vientos del NO, N, NE y E, el del NO generó la surgencia más intensa. Esto puede apreciarse en la distribución de energía cinética presentada en la *figura 5*. Consideremos en adelante los dos experimentos con los vientos NO y E, como dos casos extremos de este fenómeno.

Las distribuciones horizontales de temperatura para ambos tipos de forzamiento por viento se muestran en la *figura 6* para una profundidad de 0.5 m. En el caso de viento NO (Fig. 6a), dos zonas de surgencia se formaron en las cercanías de la costa de la región, una en la porción Norte y la otra en el Sur. La zona con la surgencia más pronunciada se generó en la parte Sur con valores mínimos de temperatura de 14 ˚C, indicando que las aguas de profundidades entre 75-100 m ascendieron a la superficie. En contraste, para el viento del este (Fig. 6b), la zona de surgencia se localizó sobre la vasta plataforma al norte de Cabo Corrientes.

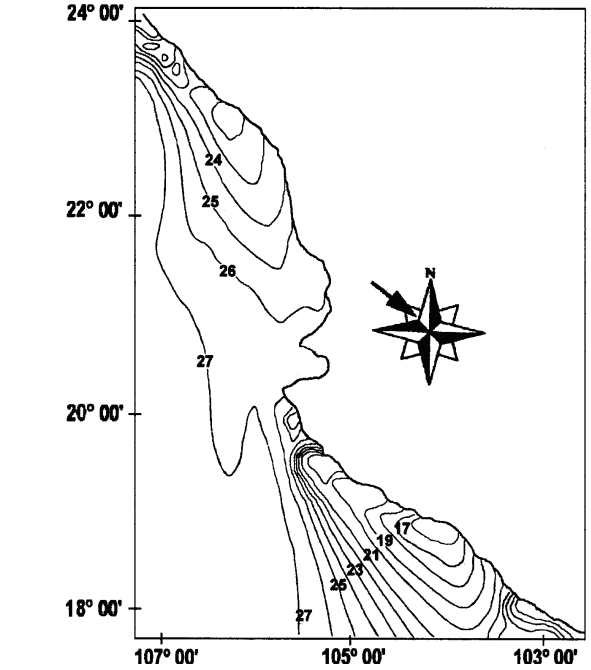
La distribución de salinidad en el mismo nivel superficial tiene similares características para estos dos tipos de forzamiento por viento (Fig. 7). Los valores bajos de salinidad en los núcleos de las zonas de surgencia indican que las aguas fueron ventiladas desde las profundidades del mínimo subsuperficial de salinidad.

Dos secciones verticales del campo de temperatura, una a lo largo de 104° 00' O para el viento NO, y otra a lo largo de 21˚00' N para el viento E se muestran en la *figura 8*. El evento de surgencia que ocurre en la zona costera de 40-50 km es más intenso para el caso de viento NO ya que la isoterma 14 ˚C emerge a la superficie desde 75-100 m de profundidad.

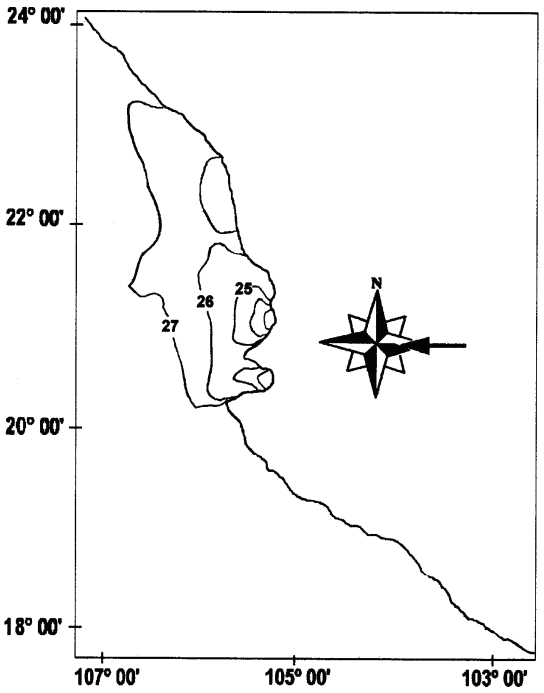
Se esperaba que el viento NO, paralelo a la línea general de costa, fuera el más favorable para la surgencia, cuyo desarrollo anticipaba los resultados teóricos previamente discutidos. Entonces, ¿por qué el viento E causa surgencia en los experimentos numéricos?

Para clarificar la idea, los vectores de corriente horizontal a la profundidad de 0.5 m generados por los vientos NO y E, se muestran en la *figura 9*. La distribución de velocidad de corriente cerca de la superficie coincide con las nociones generales. En áreas donde la profundidad es mayor que la suma de las capas del fondo y superficial de Ekman, la velocidad de corriente vira 45˚ a la derecha con respecto a la dirección en que sopla el viento.

Figura 6
Distribución de la temperatura cerca de la superficie (°C) para vientos NO (a) y E (b)

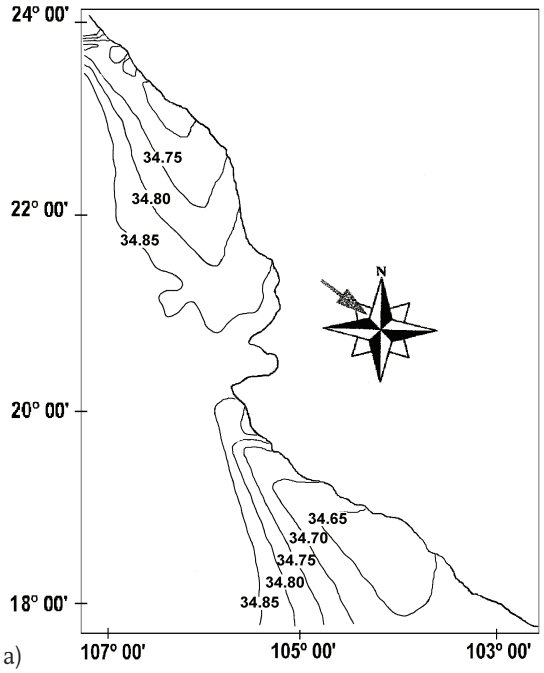


a)

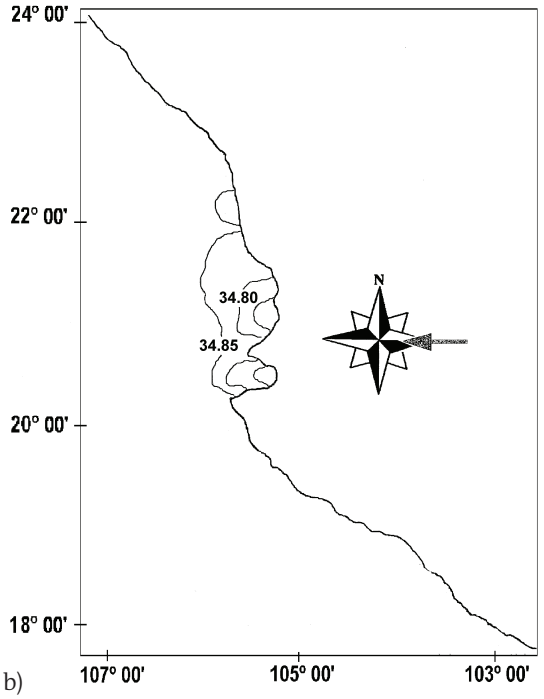


b)

Figura 7
La distribución de salinidad cerca de la superficie (°/$_{oo}$) para vientos NO (a) y E (b)



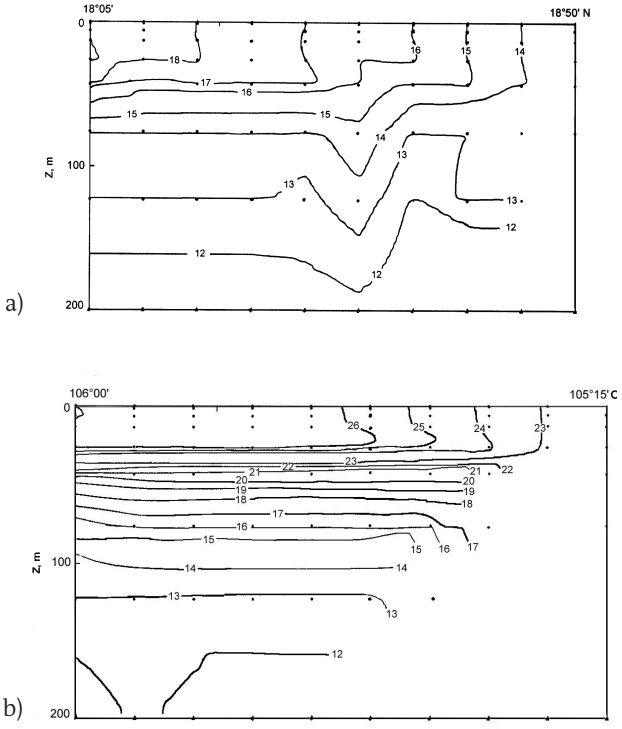
a)



b)

Si se toma en cuenta que el viento del Este tiene una componente, a lo largo de la costa frente a Cabo Corrientes, favorable para que se produzca una surgencia hacia el norte del Cabo; adicionalmente, el viento del noroeste tiene una componente del Oeste que produce el hundimiento de agua superficial en Cabo Corrientes, lo que explica por qué la surgencia en esta región desaparece o se detiene en el experimento de viento NO. Si el viento NO produce hundimiento en Cabo Corrientes, la dirección Este del

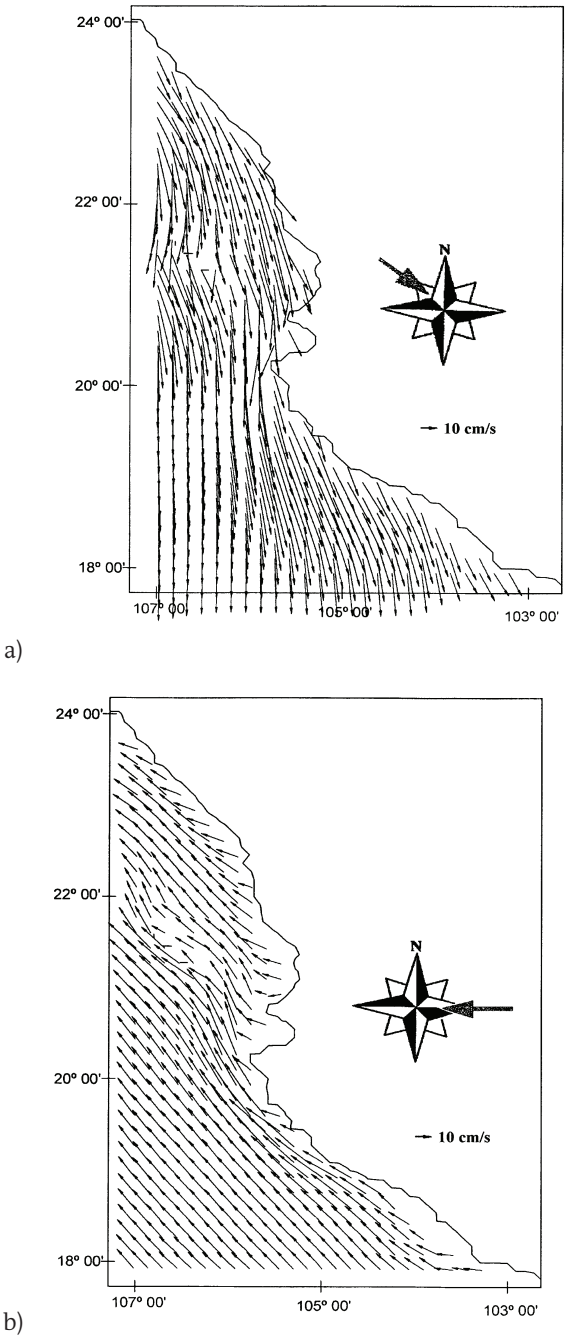
Figura 8
Cortes verticales longitudinales del campo de temperatura a lo largo de 104°00' O para viento NO (a) y a lo largo de 21°00' N para viento E (b)



a)

b)

Figura 9
Vectores de velocidad de corrientes cerca de la superficie para forzamiento por vientos NO (a) y E (b)



a)

b)

viento producirá surgencia, lo que también podría explicar las características más importantes de ésta en el caso NO, es decir, por ejemplo, por qué el área del Cabo es la única sin surgencia.

En profundidades mayores, por debajo de la capa superficial, los vectores de velocidad continúan rotando anticiclónicamente (Fig. 10). La intensidad de la circulación en todos estos experimentos decrece aproximadamente en forma exponencial desde los valores máximos de 0.60-0.80 $m \cdot s^{-1}$ en la superficie, hasta 0.03-0.05 $m \cdot s^{-1}$ en la profundidad de 473.5 m.

La distribución de las isolíneas de velocidad vertical en el nivel cercano a la superficie para estos dos experimentos numéricos se muestra en la *figura 11*. Se puede observar que el carácter del movimiento vertical corresponde en general con los patrones de circulación horizontal y con la estructura hidrológica. Por ello, las aguas tienden a elevarse ($w<0$) en las zonas de surgencia que fueron localizadas cuando soplaron los vientos NO y E. La intensidad característica de la circulación vertical generada por el viento E fue de aproximadamente $-0.01 \cdot 10^{-4}$ $m \cdot s^{-1}$ al norte de Cabo Corrientes. Comparativamente, el evento de hundimiento ($w>0$) ocurrió en esta área durante el forzamiento de viento NO. Valores negativos de circulación vertical mayores a ($-0.05 \cdot 10^{-4}$ $m \cdot s^{-1}$) son visibles en las zonas costeras al sur y al norte durante el forzamiento de viento NO.

La *figura 12* muestra la imagen satelital de la temperatura superficial de la región del estudio como promedio mensual durante marzo de 2003. Este periodo

Figura 10
Vectores de velocidad de corriente en el nivel 13.5 m de profundidad para forzamiento por vientos NO (a) y E (b)

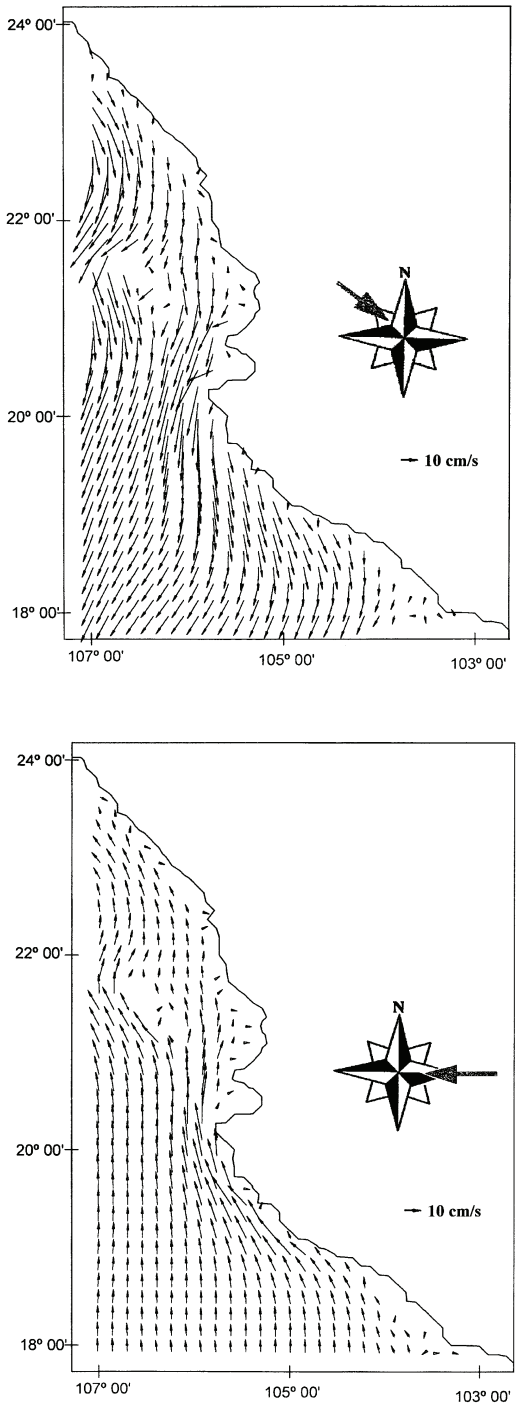
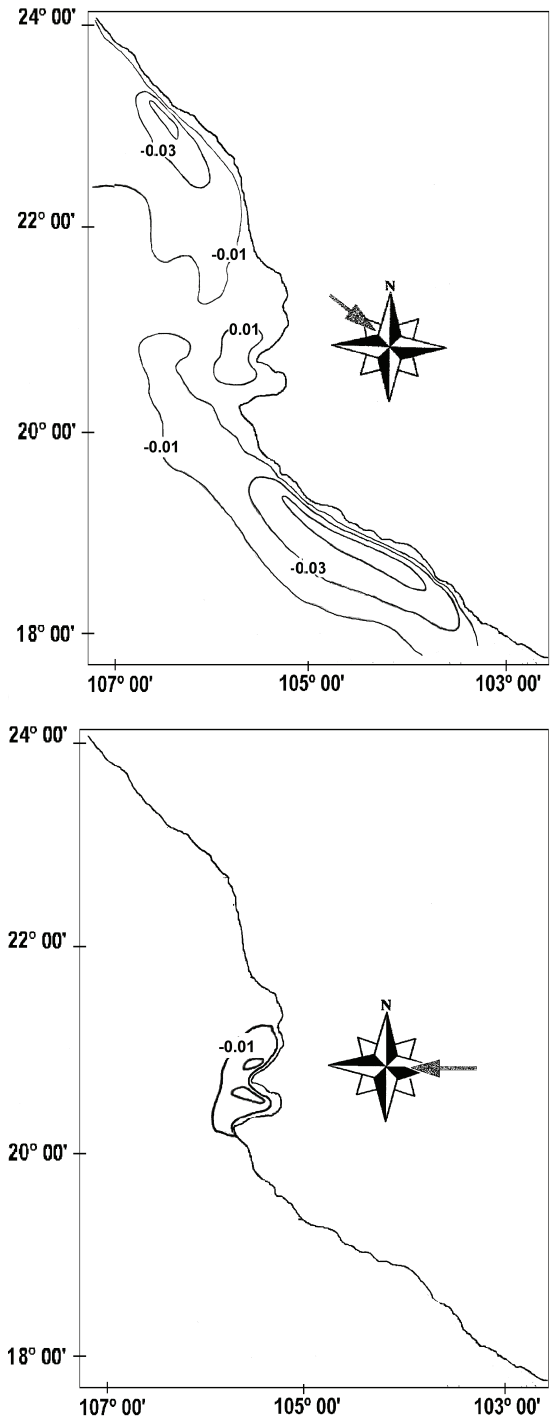


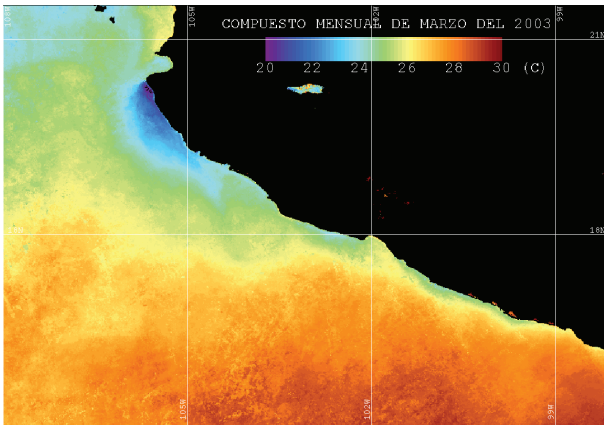
Figura 11
Isolíneas de velocidad vertical ($\cdot 10^{-4}$ m·s^{-1}) cerca de la superficie para vientos NO (a) y E (b)



primaveral se caracteriza por los vientos dominantes del NO. Se aprecia en la *figura 12* la localización de la zona de surgencia al sur de Cabo Corrientes, así como gradientes de temperatura que son comparables con los obtenidos de los cálculos numéricos realizados para el mismo tipo del viento (Fig. 6a).

Se establece que cuando los vientos dominantes (NO) se alternan con los vientos de otras direcciones, las zonas de surgencia cambian su posición o bien desaparecen. La *figura 13* muestra la notable concentración de clorofila-*a* frente a Cabo Corrientes. Esta zona de surgencia, como se muestra en la *figura 14*, se formó con los vientos N y NE. Estos tipos de viento deben de ser favorables para surgencia en la región del Pacífico Central Mexicano de acuerdo con los experimentos numéricos.

Figura 12
Imagen satelital de temperatura del mar del mes marzo de 2003



La escena es un compuesto mensual construido como promedio de las imágenes NOAA diurnas.

Figura 13
Concentración de clorofila-*a* (mg·m^{-3}) para la región del borde oriental del Pacífico mexicano durante 21-28 de marzo de 2000

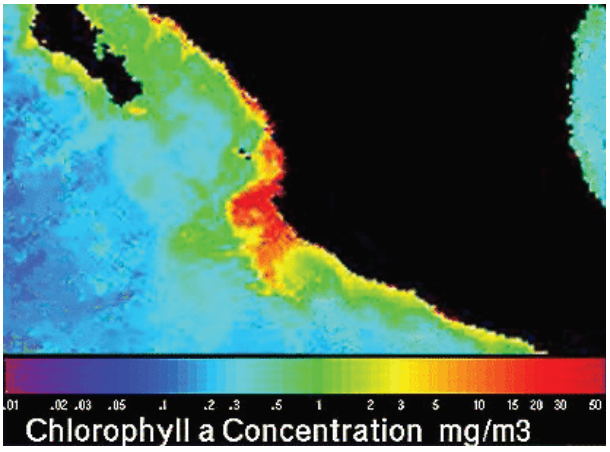


Imagen promedio semanal proporcionada por SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center y ORBIMAGE (*http://seawifs.gsfc.nasa.gov*)

Figura 14
Presión atmosférica y campo del viento en el Pacífico Oriental el día 28 de marzo de 2000

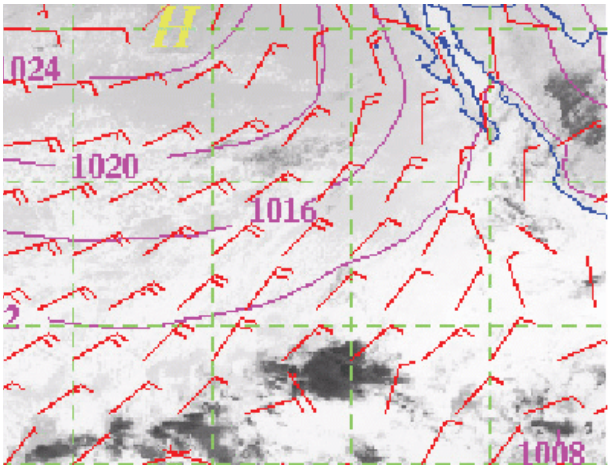


Imagen diaria proporcionada por SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center y orbimage (*http://seawifs.gsfc.nasa.gov*).

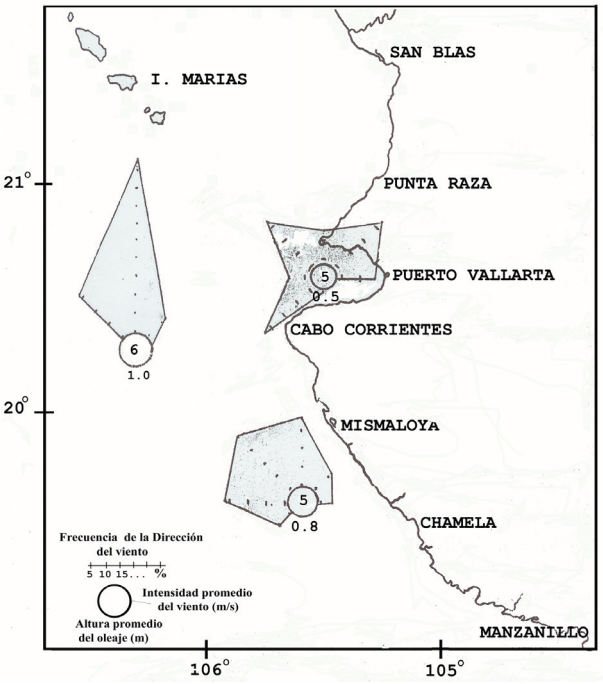
Además, las mediciones directas (Fig. 15) muestran que los vientos del Este en el área de Cabo Corrientes son frecuentes en periodos invernales y son débiles en promedio (5-7 m·s^{-1}). Por otro lado, como lo confirman los datos del satélite Quickscat, frecuentemente se observan vientos más intensos (10-15 m·s^{-1}) por efecto de los frentes invernales, o en verano por los ciclones tropicales.

Discusión y conclusiones

El presente estudio, más que reproducir eventos específicos causados por condiciones hidrometeorológicas particulares, tiene como objetivo localizar las áreas de surgencia y clarificar qué tipos de viento son los más favorables para la generación de surgencia en la región del borde oriental del Pacífico Central mexicano, con línea costera y topografía del fondo irregulares, usando un modelo numérico 3-D. Una serie de experimentos numéricos fue llevada a cabo con condiciones de frontera definidas aplicando vientos sostenidos de ocho direcciones sobre el océano estratificado. Las pruebas numéricas discutidas arriba llevan a concluir lo siguiente.

Los vientos más favorables para la surgencia en la región del Pacífico mexicano Central son los vientos del NO seguidos de los N, NE y E. Con viento soplando del NO, paralelamente a la mayor parte de la costa (con excepción del área del Cabo), se genera surgencia en concordancia con lo postulado en la teo-

Figura 15
Rosas de viento con base en mediciones directas en 200 estaciones oceanográficas durante las expediciones JALCO en periodos invernales (noviembre-diciembre 1990, 1991 y 1992)



ría general (Charney, 1955; Yoshida, 1955; Philander y Yoon, 1982). La irregularidad que origina la prominencia del Cabo Corrientes juega un importante papel en la generación de surgencia debida al forzamiento del viento del Este.

Las regiones de surgencia fueron localizadas y su intensidad estimada a partir de experimentos numéricos conducidos con condiciones de frontera, específicas en las fronteras laterales abierta y sólida. Es claro que esta serie de condiciones de frontera no es la única, pues el problema de la instrumentación de las mejores condiciones de frontera abierta (CFA) para un modelo de circulación general es bastante complicado. Palma y Matano (1998, 2000) analizaron el mejor arreglo de un grupo de CFA para el modelo oceánico de Princeton (MOP). En particular, sus experimentos evaluaron el ajuste oceánico al inicio de vientos favorables para la surgencia. Los experimentos fueron conducidos para un canal rotante e incluyeron topografía variable del fondo y la estratificación de densidad. Demostraron que el mejor arreglo de CFA para el modelo MOP es el esquema de relajación de flujo sobre la elevación de la superficie marina y el transporte, una condición de radiación para las velocidades internas, un esquema combinado de flujo de advección y relajación para los campos de temperaturas: el llamado esquema compuesto MOA.

Similares CFA para la función de corriente (Ec. 12), velocidades (Ec. 5), temperatura y salinidad (Ec. 6-7) se aplicaron en el modelo numérico empleado en este estudio para estudiar la surgencia forzada por el viento, dadas las condiciones hidrológicas específicas del Pacífico mexicano. Basados en las pruebas numéricas concluimos que estas CFA son aceptablemente aplicables, ya que no producen resultados indeseados en los experimentos con duración de 12 días.

Las condiciones de frontera en las fronteras sólidas (adherencia para velocidades y cero flujos de calor y sal) fueron aplicadas de manera similar y para los mismos propósitos por Yoon y Philander (1982). Alternativamente, Chen y Wang (1990), Chapman y Gawarkiewicz (1995) aplicaron condiciones de deslizamiento libre en fronteras sólidas en sus modelos numéricos costeros. Es probable que futuros experimentos para la región del estudio con diferentes condiciones de frontera puedan orientar en nuevos discernimientos sobre este problema.

Finalmente, como para este estudio numérico de la surgencia se asumieron vientos sostenidos idealizadamente, los resultados no podrían ser comparados directamente con datos de observaciones; no obstante, sí se pueden comparar estos datos cualitativamente para la verificación de los resultados principales obtenidos en los cálculos.

Es de esperar que los resultados de este estudio, que implica la localización de las zonas de surgencia con vientos favorables, sean útiles para la planeación de futuros programas de observación y el análisis de la productividad de la región.

Agradecimientos

Agradecemos a la doctora E.N. Mikhailova y al doctor N.B. Shapiro por su apoyo incondicional para utilizar el modelo, además al Instituto Oceanográfico del Pacífico (Manzanillo) por permitirnos participar en los cruceros JALCO. Este estudio fue parcialmente financiado por Conacyt (proyectos 32499 y 46472-F).

Referencias bibliográficas

AGUIRRE-GÓMEZ, R. 2002. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota*. UNAM, Plaza y Valdés. México, 95p.

AGUIRRE-GÓMEZ, R., O. Salmerón y R. Álvarez. 2003. Effects of ENSO off the southwest coast of Mexico, 1996-1999. *Geofísica Internacional*, 42(3):377-388.

ÁLVAREZ-BORREGO, S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6(1-2):43-63.

Álvarez-Sánchez, L., B. Wyatt y M. Stevenson. 1978. Circulación y masas de agua en la región de la boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas*, 5(1):57-69.

Amezcua, L.F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. icmyl, unam, conabio, México, 184p.

Androsovich, A.I., E.N. Mikhailova y N.B. Shapiro. 1995. Numerical model and calculation of the water circulation in the north-western Black Sea. *Phys. Oceanogr*., 6(5):351-364.

Bulgakov, S.N., N.P. Bulgakov, E.N. Mikhailova y N.B. Shapiro. 2005. Generation of upwelling near the Pacific coast of Mexico. *Phys. Oceanogr.,* 15(1):27-36.

Chapman, D.C. y G. Gawarkiewicz. 1995. Offshore transport of dense water in the presence of a submarine canyon. *J. Geophys. Res.,* 100(13):373-387.

Charney, J.G. 1955. The generation of oceanic currents by winds. *J. Marine Res.,* 14:477-498.

Chen, D. y D.P. Wang. 1990. Simulating the time variable coastal upwelling during code 2. *J. Marine Res.,* 48:335-358.

Cortéz-Vázquez, M. 2000. Variaciones intraestacionales de la actividad convectiva en México y América Central. *Atmósfera,* 13:95-108.

Galindo-Estrada, I., R. Solano-Barajas y A. Morales-Blake. 1998. Ocurrencia interanual de una surgencia en la costa de Jalisco, México. *geos*, 18(4): 279.

Hellerman, S. 1965. Computation of wind stress field over the Atlantic Ocean. *Monthly Weather Rev*., 93(4):239-244.

Higgins, R.W., A. Douglas, A. Hahmann, E. H. Berbery, D. Gutzler, J. Shuttleworth, D. Stensrud, J. Amador, R. Carbone, M. Cortez, M. Douglas, R. Lobato, J. Maitin, C. Ropelewski, J. Shemm, S. Shubert y C. Zhang. 2003. Progress in Pan American clivar Research: The North American Monsoon System. *Atmósfera*, 16(1):29-65.

Kessler, W. S. 2002. Mean three-dimensional circulation in the Northeast Tropical Pacific. *J. Phys. Oceanogr.*, 32:2457-2471.

Kosnyrev, V.K., E.N. Mikhailova y N.B. Shapiro. 1996. Numerical modeling of upwelling in the north-western Black Sea. *Russian Meteorology and Hydrology*, 12:50-55.

Kosnyrev, V.K., E.N. Mikhailova y S.V. Stanichny. 1997. Upwelling in the Black Sea by the results of numerical experiments and satellite data. *Phys. Oceanogr.*, 8(5):329-340.

Lluch-Cota, S. y S. Álvarez-Borrego. 1998. Variabilidad temporal de las surgencias por viento en la costa continental del Golfo de California. *geos*, 18(4):315.

Martínez-Zatarain, A. 1998. *Simulación numérica de la circulación tridimensional del Pacífico Tropical Mexicano*. Tesis de Maestría en Matemáticas Aplicadas, Coordinación de Posgrado, cucei, Universidad de Guadalajara. 97p.

Mikhailova, E.N., V.A. Ivanov y V.K. Kosnyrev. 1997. Upwelling in the north-western Black Sea during the period of summertime warming. *Phys. Oceanogr*., 8(4):243-251.

Mikhailova, E.N., I.M. Semenyuk y N.B. Shapiro. 1991. Modeling of the Tropical Atlantic hydrophysical fields variability. *izv. as ussr*, Ser. *Atmospheric and Oceanic Physics*, 27(10):1139-1148.

Morales-Blake, A., I. Galindo-Estrada y R. Solano-Barajas. 1999. Identificación de una zona de surgencia en las costas del estado de Jalisco, México, utilizando imágenes avhrr. En: A.E. Tresierra-Aguilar y Z.G. Culquichicón-Malpica (eds.). *Libro de Resúmenes Ampliados VIII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar.* Trujillo, Perú, pp. 662-663.

Palma, E.D. y R.P. Matano. 1998. On the implementation of passive open boundary conditions for a general circulation model: The barotropic mode. *J. Geophys. Res.*, 103(C1):1319-1341.

Palma, E.D. y R.P. Matano. 2000. On the implementation of passive open boundary conditions for a general circulation model: The three-dimensional case. *J. Geophys. Res*., 103(C1):8605-8627.

Parés-Sierra, A., M. López y E.G. Pavía. 1997. Oceanografía física del océano Pacífico Nororiental. En: M.F. Lavín (ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana, México, pp.1-24.

Philander, S.G.H. y J.H. Yoon. 1982. Eastern boundary currents and coastal upwelling. *J. Phys. Oceanogr.,* 12:862-879.

Ríos-Jara, E. 1998. Spatial and temporal variations in the zooplankton community of Phosphorescent Bay, Puerto Rico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46:797-809.

Roden, G.I. 1961. Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. *Geofísica Internacional*, 1:55-76.

Roden, G.I. 1971. Aspects of the transition zone in the northeast Pacific. *J. Geophys. Res.*, 76(15):3462-3475.

Roden, G.I. e I. Emilson. 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Contr. *Centro Ciencias del Mar y Limnología*, unam, 209:1-69.

Roden, G.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic observations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.*, 18:10-35.

Sarkisyan, A.S. 1992. A short review and comparison of calculations results by four calibration models. En: *Numerical models and calibrating analysis of currents in the Atlantic Ocean.* icm, ras, Atmosphere-Ocean-Space, razrezy Program, Moscú, pp.3-12.

Secretaría de Marina. 2002. *Atlas de dinámica costera de la República Mexicana.* Secretaría de Marina, México. 218p.

Stevenson, M.R. 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California, Octubre 1966 - Agosto 1967. *Interamer. Trop. Tuna Comm., Bull.,* 4(3):389-504.

Stevenson, M.R. 1972. Algunas anotaciones sobre la oceanografía física y biológica cerca de la entrada del Golfo de California, octubre 1966-agosto 1967. *Mem. IV Congr. Nac. Ocean.* (México), pp.71-76.

Tomczac, M. 1998. Shelf and Coastal Oceanography. Version 1.0 pdf, *http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/ShelfCoast/index.html*

Trasviña, A., D. Lluch Cota, A.E. Filonov y A. Gallegos, 1999. Oceanografía y El Niño. En: V.O. Magaña (ed). *Los impactos de El Niño en México*. unam-sg-sep-Conacyt, México. pp.69-101.

Wooster, W.S., A. Bakun y D. R. McLain, 1976. The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *J. Mar. Res.,* 34(2):131-141.

Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacífic Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Comission*, 9(5):63-97.

Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol. & Limnol.*, 1(2):117-147.

Wyrtki, K. 1968. La estructura térmica del Océano Pacífico Oriental. *Revista de Marina,* 313(3):1-35.

Yoon, J.H. y S.G.H. Philander. 1982. The generation of coastal undercurrents, *J. Oceanogr. Soc. Japan,* 38(4):215-224.

Yoshida, K. 1955. Coastal upwelling off the California coast. *Rec. Oceanogr. Works Japan*, 2(2):8-20.

Zuria-Jordan, I.L., S.A. Álvárez-Borrego, E. Santamaría-del-Ángel y F.E. Müller-Karger. 1995. Estimación de biomasa fitoplanctónica derivada de datos de satélite, frente a Baja California Sur. *Ciencias Marinas*, 21(3):265-280.

Condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral de Colima durante el año 2002

Marco Antonio Galicia Pérez[*]
Juan H. Gaviño Rodríguez[*]
Ernesto Torres Orozco[**]
Maximiliano Sánchez Barajas[**]

Resumen

Se estudiaron estacionalmente las condiciones hidrológicas en el litoral del estado de Colima. Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos con un CTD SEA BIRD SBE19Plus. Las mediciones se realizaron en febrero, mayo, agosto y noviembre de 2002 a bordo de los barcos *Altair* y *A. Humboldt* de la Armada de México. Los resultados muestran que la velocidad y la dirección de la corriente geostrófica varía con las estaciones. En invierno y verano se presentaron flujos con dirección hacia afuera de la costa, frente a la Bahía de Manzanillo, que alcanzaron velocidades máximas de 57 $cm \cdot s^{-1}$. En primavera y otoño este flujo se invirtió con dirección hacia la costa y la velocidad máxima registrada fue de 45 $cm \cdot s^{-1}$. Estas inversiones también se presentaron en otras zonas, por ejemplo, entre Armería y Boca de Apiza, donde este patrón de circulación posiblemente estuvo relacionado con la presencia de un cañón submarino ubicado en la desembocadura del río Armería. Por otra parte, se observó que los valores de la temperatura y la salinidad difirieron entre las estaciones costeras y oceánicas en 5 °C y 1.9 ups; respectivamente.

Palabras clave: Circulación, temperatura y salinidad en la costa de Colima.

Introducción

En la zona costera del estado de Colima se ubica el puerto de Manzanillo, de gran importancia económica debido al continuo incremento en la afluencia de buques modernos de gran calado, tanto turísticos como militares y pesqueros. Esto ha motivado a las autoridades gubernamentales a ampliar y modernizar la infraestructura portuaria, lo cual ha implicado cambios morfológicos y batimétricos, así como en la circulación y en las condiciones ecológicas de la bahía de Manzanillo.

La intensa actividad en el puerto interior propicia el incremento de las fuentes de contaminación por el transporte de mercancías peligrosas, tales como productos químicos, artículos perecederos, petroleros, etc. Tal situación requiere un conocimiento más preciso de la circulación, tanto en la bahía como a lo largo del litoral colimense, lo cual permitiría determinar las zonas propensas a mayor daño ambiental, así como predecir los posibles efectos negativos sobre ellas.

Además, debido a que el tránsito marítimo continúa en aumento en el puerto de Manzanillo, se hace necesaria la construcción de nuevos muelles de atraque y la ubicación, el diseño y la construcción de obras portuarias. Todo ello debe fundamentarse y apoyarse en estudios técnicos confiables e información veraz que satisfaga los requerimientos de ingeniería.

Con el fin de conocer los procesos que inciden sobre el litoral de la costa colimense, es necesario realizar mediciones de variables físicas como el oleaje (altura y periodo significante de la ola), la marea y las corrientes marinas (magnitud y dirección), el transporte de sedimentos y el material en suspensión, así como de variables meteorológicas. Los estudios oceanográficos realizados al respecto en la zona de estudio son escasos; la mayoría de éstos se limita a ciertas localidades, como la bahía de Manzanillo (Secretaría de Marina,1973; Lancín y Carranza, 1976; JICA, 1985; Macías-Zamora *et al*., 1985; Zepeda, 1987; Galicia, 1987; López-Quiroz, 1990; Clemente, 1991; Galicia, 1994; Martínez-Venegas, 1995; Rodríguez-Alonso, 2002; Carbajal y Galicia, 2002), mientras que a partir de otros, efectuados en localidades cercanas, se han

[*] Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas. Universidad de Colima. Campus Manzanillo. Correo electrónico: galicia@cgic.ucol.mx, gavinho@cgic.ucol.mx

[**] Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Campus Manzanillo Apdo. Postal 275. CP 28200. Correo electrónico: etorres@cgic.ucol.mx, msbarajas@hotmail.com

extrapolado los resultados a toda la costa occidental de México (González-Ruelas, 2000; Filonov *et al.*, 2000).

Entre los análisis de dinámica desarrollados en el litoral de Colima destacan los de *1)* Gaviño y Galicia (1993, 1994, 1995) y Galicia y Gaviño (1996), que realizaron estudios numéricos de refracción de oleaje y circulación en la bahía de Manzanillo y de la costa de Colima con datos del viento local e información de cartas sinópticas de oleaje fuera de la costa. Sus resultados mostraron los patrones clásicos de circulación, con la dirección de la corriente determinada por la componente del viento a lo largo de la línea de costa. Además, observaron claramente la influencia de los cañones submarinos ubicados frente a los ríos Armería y Coahuayana, y los fuertes patrones de erosión que hay en la vecindad de ambas bocas. *2)* Gámez de R. (1998) analizó la hidrodinámica de los litorales de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, con datos recolectados en cuatro cruceros oceanográficos en 1995-1996. El patrón de corrientes en mayo presentó un flujo hacia el norte, frente a Cabo Corrientes, con una componente hacia el suroeste, con velocidad media de 10 $cm \cdot s^{-1}$. En tanto que en las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, las corrientes se dirigieron hacia el sureste, paralelas a la costa. En agosto el rumbo de la corriente dominante fue hacia el noreste, y su velocidad promedio de 5 $cm \cdot s^{-1}$, asociada con la presencia de la corriente Norecuatorial que asciende hasta los 21° N y con el debilitamiento de la Corriente de California, que se desplaza más hacia el oeste. *3)* González-Ruelas (2000) estudió la estructura termohalina de las aguas, corrientes y ondas internas en la costa occidental de México, donde calculó la corriente geostrófica en microescala y encontró que las ondas de marea interna en la plataforma continental no son lineales y causan cambios pronunciados de temperatura (8-10 °C) y salinidad (1.5 ups) en una hora. También detectó ondas internas frente a la costa con periodicidad casi semidiurna y determinó que en invierno la corriente Ecuatorial fluye cerca a las costas de Colima, con velocidades menores de 5 $cm \cdot s^{-1}$ y alcanza los 20° N. En verano la corriente se desplaza más allá de los 20° Norte. *4)* Filonov *et al.* (2000) analizaron la variabilidad de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima con datos mensuales obtenidos de un CTD ondulante de 1995 a 1997. Ellos mostraron que las distribuciones verticales presentaron cambios estacionales significativos, relacionados con las variaciones anuales del ingreso de la energía solar, la evaporación, la precipitación y las descargas costeras en la región de estudio. En los perfiles de temperatura y salinidad, estos autores suprimieron las influencias deformantes ocasionadas por las ondas internas. Es importante señalar que la oceanografía física en la costa occidental de México ha madurado notablemente en los últimos años, como lo demuestran los resultados preliminares de los cruceros PROCOMEX (Programa Oceanográfico del Occidente de México) presentados en el Seminario 2003 sobre Actividades Portuarias, Pesqueras y Turísticas en la Costa del Occidente de México, con la participación de cuatro instituciones (Universidad de Colima, El Colegio de México, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada y el Colegio de Michoacán), donde se mostraron las investigaciones oceanográficas desarrolladas entre 2000 y 2003. *5)* Lavin[1] *et al.* (2003) hicieron hincapié en la física que controla los procesos marinos, cuando reseñaron la oceanografía física de los mares al suroeste de México, con la información obtenida durante seis cruceros oceanográficos (de 2000 a 2003) realizados frente a las costas del Océano Pacífico, entre los 16° N y 20° N, y hasta 180 km mar afuera. Ellos describieron la distribución de las masas de agua y la variación vertical de la capa de mezcla. Asimismo, mediante los datos obtenidos con un Perfilador de Corrientes Acústico Doppler (ADCP, por sus siglas en inglés), encontraron una corriente costera de aproximadamente 50 km de ancho, que se dirigía hacia el noroeste con velocidades de hasta 50 $cm \cdot s^{-1}$. La aparente falta de continuidad de esta corriente a lo largo de la costa sugiere la presencia de ondas internas atrapadas o de giros de mesoescala en la zona. *6)* Gómez-Valdés[2] *et al.* (2003) dieron a conocer la importancia de la variabilidad espacio-temporal de las distribuciones de temperatura y salinidad en la capa superior del océano frente a Guerrero, Michoacán y Jalisco, durante noviembre de 2000 y mayo-noviembre de 2001. Ellos analizaron las diferencias entre la capa isotérmica y la capa de mezcla.

Debido a que esta región es de las menos estudiadas en el Pacífico mexicano, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la variabilidad espacio-temporal de los campos físicos, como la

1. LAVIN, M. F., J. Gómez-Valdés, E. Beier, J. García y V. Godínez. 2003. Oceanografía física de los mares del suroeste de México y las contribuciones de PROCOMEX. Presentación oral. *Seminario sobre las Actividades Portuarias, Pesqueras y Turísticas en la Costa del Occidente de México*. 28 al 31 de octubre 2003. Universidad de Colima.
2. GÓMEZ-VALDÉS J., M.F. Lavín, E. Beier, V.M. Godínez y J. García. 2003. Distribuciones de temperatura y salinidad en la capa superior del océano frente a Guerrero, Michoacán y Jalisco, durante noviembre 2000 y mayo-noviembre 2001. Presentación oral. *Seminario sobre Actividades Portuarias, Pesqueras y Turísticas en la Costa del Occidente de México. 28 al 31 de octubre 2003*. Universidad de Colima. México. México.

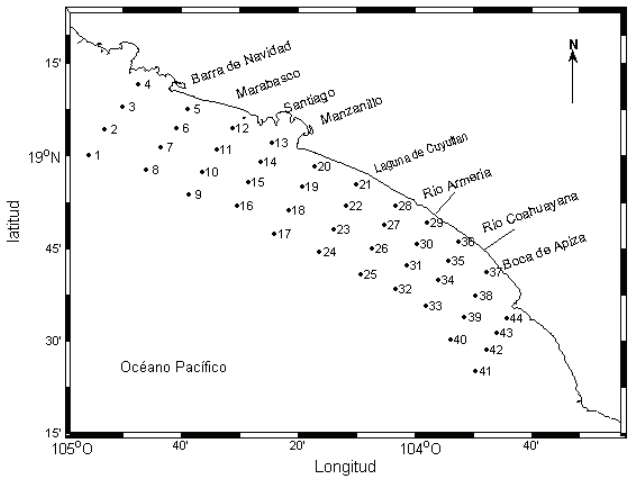
salinidad y la temperatura, así como de la circulación geostrófica del medio ambiente marino en la región costera de Colima.

El objetivo general fue estudiar durante un ciclo anual, las condiciones hidrológicas en el litoral de Colima, en las cuatro épocas del año, para lo cual se efectuaron cuatro campañas oceanográficas (febrero, mayo, agosto y noviembre del 2002) a bordo de los barcos *Altair* y *A. Humboldt* de la Armada de México, en colaboración con el Instituto Oceanográfico del Pacífico de la Secretaría de Marina. Además, se calculó la circulación geostrófica, referida a la profundidad máxima común en cada par de estaciones, en superficie y a 50 m de profundidad, a partir de los datos de temperatura y salinidad, con el propósito de contribuir al conocimiento oceanográfico de esta región del Pacífico mexicano.

Métodos y materiales

El área de estudio se localiza en el litoral del estado de Colima sobre el Pacífico mexicano (Fig. 1). Comprende desde Punta San Telmo, Michoacán (18.4° N y 103.7° O) hasta la Bahía de Barra de Navidad, Jalisco (19.1° N y los 104.95° O).

Figura 1
Área de estudio y distribución de estaciones oceanográficas

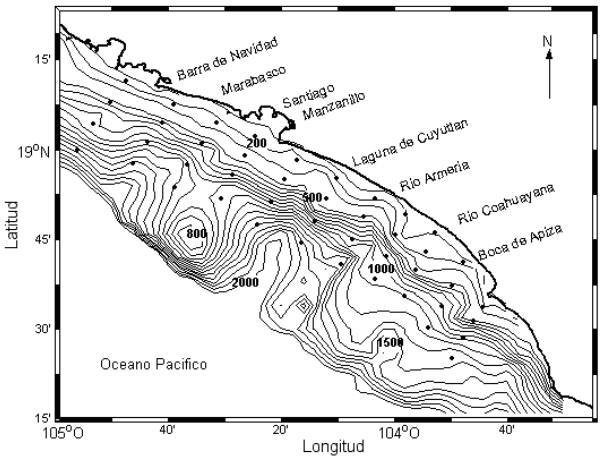


A lo largo de la franja costera de 18 km se efectuaron cuatro campañas oceanográficas como parte del proyecto Oceanografía Descriptiva del Estado de Colima (ODECOL). Se realizaron muestreos en 11 secciones perpendiculares a la costa, con cuatro estaciones oceanográficas cada una y separadas cada 3.6 km (Fig. 1), lo que hizo un total de 44 estaciones por cada crucero oceanográfico. Las mediciones fueron realizadas empleando un CTD Sea Bird SBE-19 Plus. Los datos fueron depurados empleando las utilerías proporcionadas por el fabricante y descritas en el Manual de Operación SBE-19 Plus (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2001).

En general, la geomorfología del litoral colimense está integrada por costas rocosas y abruptas, con excepción de las áreas con influencia de ríos. Tiene una estrecha plataforma continental que abarca 1 320 km^2 con 142 km de litoral aproximadamente (Fig. 2).

El perfil costero de esta zona está caracterizado por un declive pronunciado y un fondo casi uniforme, así como por la presencia de dos cañones submarinos, uno cerca de la bahía de Manzanillo y el otro cerca de Boca de Apiza (Fig. 2). Las isobatas son paralelas a la línea de costa hasta los 100 m de profundidad aproximadamente (Secretaría de Marina, 1973; Macías-Zamora *et al.*, 1985; Martínez-Venegas, 1995; Galicia y Gaviño, 2001; Rodríguez-Alonso, 2002).

Figura 2
Batimetría (en metros) de la zona de estudio



La marea en la costa de Colima es del tipo semidiurno con un rango de 70 cm en cada día de marea, con la particularidad de que las segundas pleamares y bajamares se amortiguan progresivamente (Secretaría de Marina, 1973; González, 2002).

El método geostrófico

Uno de los primeros métodos indirectos que se utilizaron para la medición de las corrientes marinas fue el propuesto por Sandström y Helland-Hansen en 1903; ellos emplearon cartas de topografía dinámica para representar la corriente o el flujo geostrófico de las aguas sobre una superficie isobárica. Para la deter-

minación de las corrientes geostróficas es necesario conocer la variación del volumen específico a lo largo de una superficie isobárica, ya que este gradiente horizontal implica que las superficies de ese tipo se inclinen con respecto a otras más profundas, que tienden a aproximarse a una de nivel, por lo que se establece un declive geopotencial en las superficies superiores, que puede ser encontrado conociendo la variación del volumen específico sobre la capa isobárica, siempre y cuando a una profundidad dada, una superficie se mantenga horizontal. Las corrientes geostróficas se calculan en función de la inclinación geopotencial. En estas condiciones se puede determinar la corriente en la superficie isobárica superior, relativa a cualquier corriente posible en la superficie inferior, que se supone que está en el nivel y es tomada como referencia (Fomin, 1964).

Uno de los factores que pueden originar errores en el cálculo de las corrientes geostróficas es la selección de la superficie isobárica de referencia adecuada (Warsh y Warsh, 1971; Rosas-Cota, 1976; Young-Hyang, 2004, entre otros). En este caso se optó por tomar las superficies de 0 y 50 metros de profundidad, en virtud de que hubo varias estaciones que no sobrepasaron los 60 m de profundidad. La corriente de marea es otro elemento que puede influir en el cálculo de las corrientes geostróficas; sin embargo, puesto que en esta región el rango de marea es pequeño y por consiguiente las corrientes generadas son del orden de 1 a 2 $cm \cdot s^{-1}$ (Clemente, 1991; Gaviño y Galicia, 1993), se considera que no afectan los cálculos de las velocidades si se emplean filtros adecuados en los datos de temperatura y salinidad.

Para eliminar la interferencia debida a las ondas internas, que en la región de estudio mantienen una periodicidad diurna y semidiurna y deforman la termoclina (Filonov, 2000), los valores de temperatura y salinidad se promediaron tres metros hacia arriba y tres metros hacia abajo, para cada cinco metros de profundidad, con el propósito de suavizar los datos antes de calcular las alturas dinámicas. Este trabajo se realizó de manera tal que no se alterara de manera significativa la circulación geostrófica.

Resultados

Invierno (ODECOL-I, febrero de 2002)

La distribución superficial de la salinidad, expresada en unidades prácticas (Fig.1), muestra un intervalo de variación muy estrecho. La salinidad mínima fue de 34.22 ups y ocurrió en las cercanías de Barra de Navidad, mientras que la máxima fue registrada entre los ríos Armería y Coahuayana con un valor de 34.47 ups.

Respecto a la temperatura se encontró que la mínima y la máxima fueron de 26.70 °C y 27.55 °C, respectivamente. La primera ocurrió en las inmediaciones de la bahía de Manzanillo; en tanto que la máxima fue medida cerca de Cuyutlán. La salinidad y la temperatura medias fueron de 34.40 ups y 27.13 °C, respectivamente (Figs. 3 y 4).

Figura 3
Distribución superficial de la salinidad (ODECOL-I), Unidades: ups

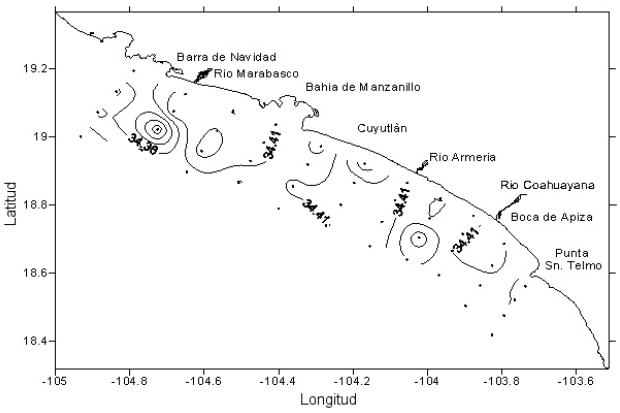
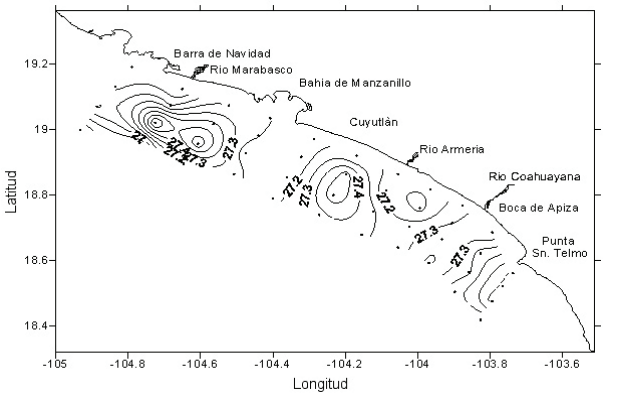


Figura 4
Distribución superficial de la temperatura. (ODECOL-I), unidades: °C



Respecto a la circulación geostrófica, se presentó un flujo hacia afuera de la costa en las inmediaciones de la bahía de Manzanillo; frente a Cuyutlán se observó un remolino anticiclónico, mientras que en las proximidades de Boca de Apiza se percibió un flujo hacia el sureste. La velocidad máxima registrada en superficie y a 50 m, fue de 57.3 $cm \cdot s^{-1}$ y 57.2 $cm \cdot s^{-1}$, respectivamente, mientras que las medias fueron de 19.2 $cm \cdot s^{-1}$ y 17.5 $cm \cdot s^{-1}$, en ese orden (Figs. 5 y 6).

Figura 5
Circulación geostrófica superficial. ODECOL-I

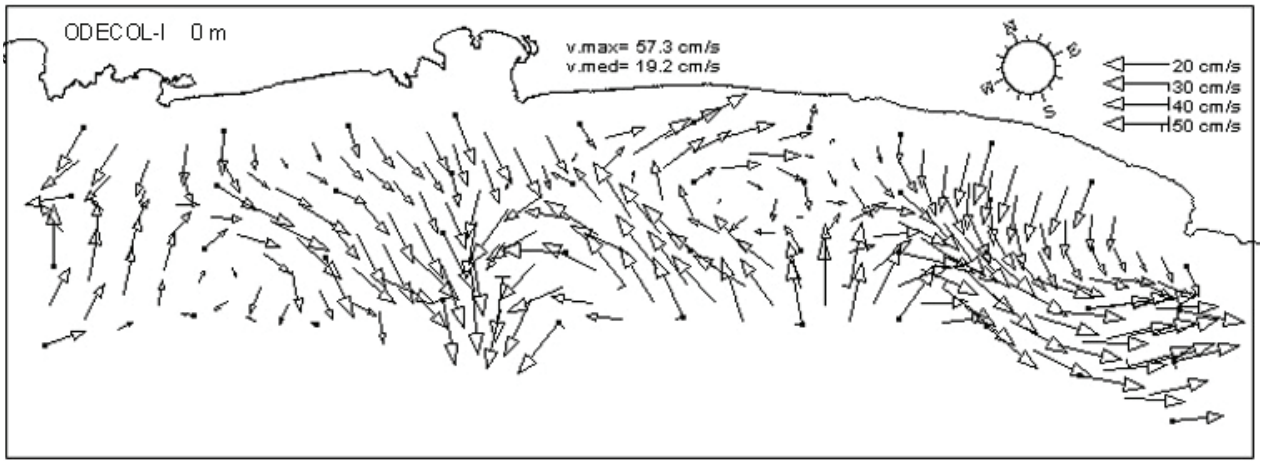
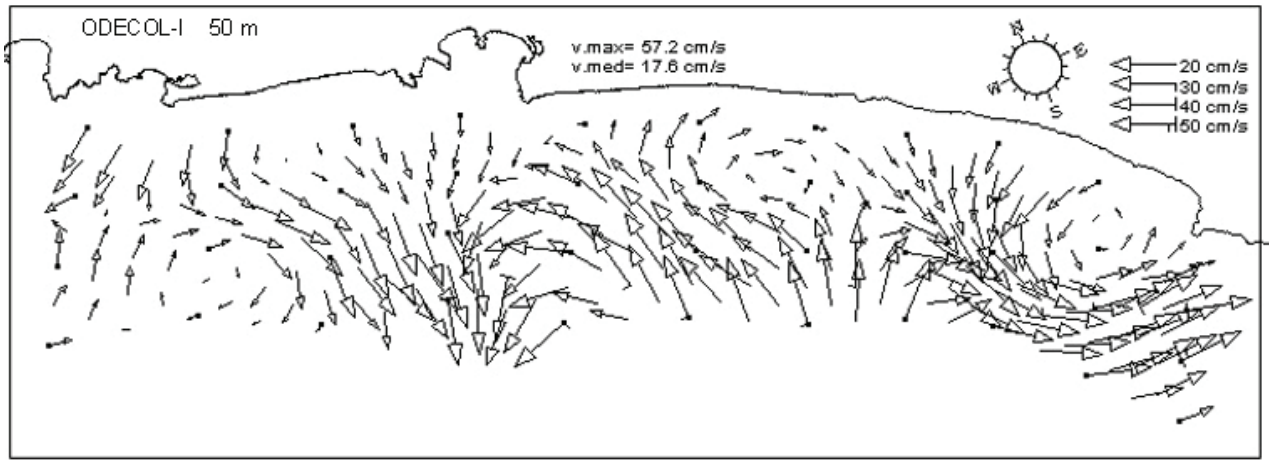


Figura 6
Circulación geostrófica a 50 m, ODECOL-I



Primavera (ODECOL-II, mayo de 2002)

La salinidad y la temperatura mínimas fueron de 34.66 ups y 25.18 °C, respectivamente, mientras que los valores máximos fueron de 34.95 ups y 28.37 °C. Los valores medios fueron de 34.83 ups y 27.08 °C, respectivamente. En esta época se registraron las temperaturas más bajas de todo el periodo de muestreo (Figs. 7 y 8).

Entre Barra de Navidad y Manzanillo se presentó una corriente con dirección neta hacia la costa (Noreste) con velocidad máxima de 45 $cm \cdot s^{-1}$ que se bifurcó en un remolino ciclónico frente a Barra de Navidad y uno anticiclónico frente a la bahía de Manzanillo. El remolino anticiclónico se mantuvo enfrente de la parte central de la Laguna de Cuyutlán, con valores de velocidad de aproximadamente 12 $cm \cdot s^{-1}$. Entre Tecomán y Boca de Apiza se generó

Figura 7
Distribución superficial de la salinidad, ODECOL-II, Unidades: ups

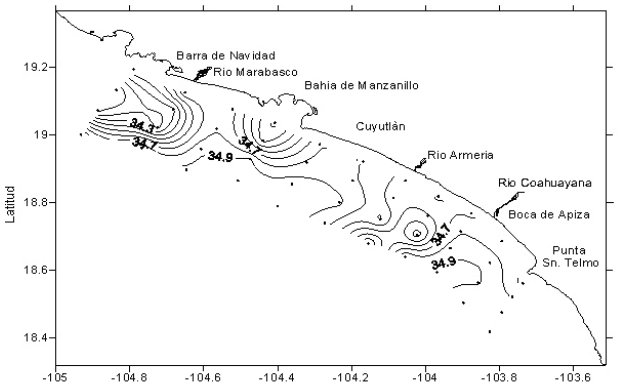
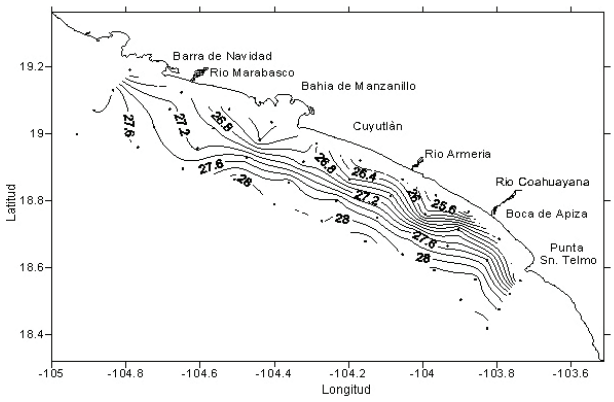


Figura 8
Distribución superficial de la temperatura.
ODECOL II. Unidades °C



una zona de inestabilidad, con transporte neto paralelo a la costa hacia el sur, con velocidades máximas de 35 cm·s^{-1} en superficie y de 21.7 cm·s^{-1} a 50 m, siendo la media en superficie de 12.7 y a 50 m de 7 cm·s^{-1}, (Figs. 9 y 10).

Verano (ODECOL-III, agosto-2002)

La salinidad y temperatura mínimas fueron 33.6 ups y 29.3 °C, respectivamente; mientras que los valores máximos fueron 34.68 ups y 30.5 °C. Los valores medios fueron 34.15 ups y 30.0 °C (Figs. 11 y 12). En esta época se registró la temperatura más alta de todo el año y el menor rango de variación (1.2 °C), la temperatura mínima se midió frente a los ríos Marabasco (29.3 °C) y Coahuayana (30.1 °C).

En la zona noroeste se generó un remolino anticiclónico que abarcó desde Barra de Navidad hasta Manzanillo (Figs. 13 y 14) y produjo un transporte neto hacia la parte oceánica con velocidad promedio de 22 cm·s^{-1}. En la parte sur, entre Tecomán y Boca de Apiza, se estableció un remolino ciclónico con velocidades máximas de 66 cm·s^{-1}.

Otoño (ODECOL-IV, noviembre de 2002)

Las *figuras 15* y *16* muestran que la salinidad y la temperatura mínimas fueron de 33.0 ups y 28.3 °C,

Figura 9
Circulación geostrófica superficial, ODECOL-II

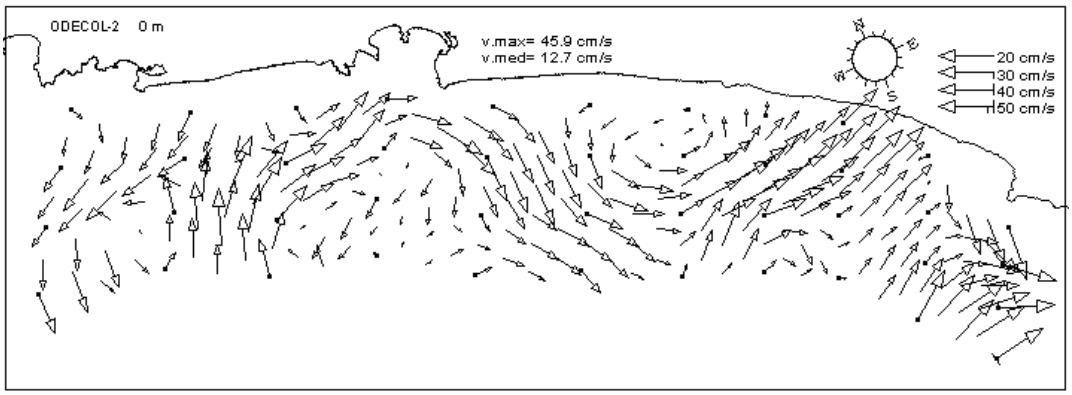


Figura 10
Circulación geostrófica a 50 m, ODECOL-II

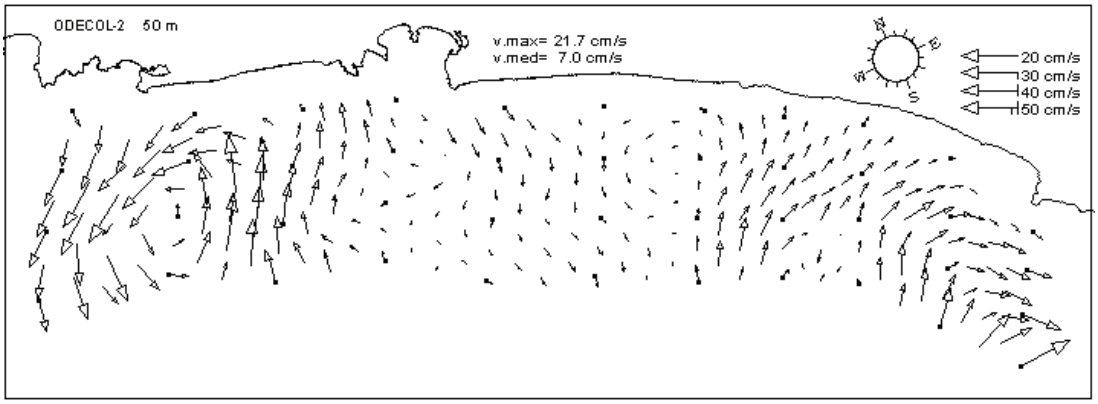


Figura 11
Distribución superficial de la salinidad, ODECOL III. Unidades ups

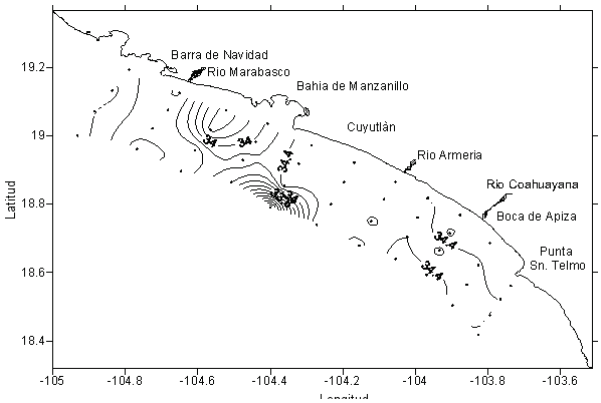


Figura 12
Distribución superficial de la temperatura. ODECOL III. Unidades °C

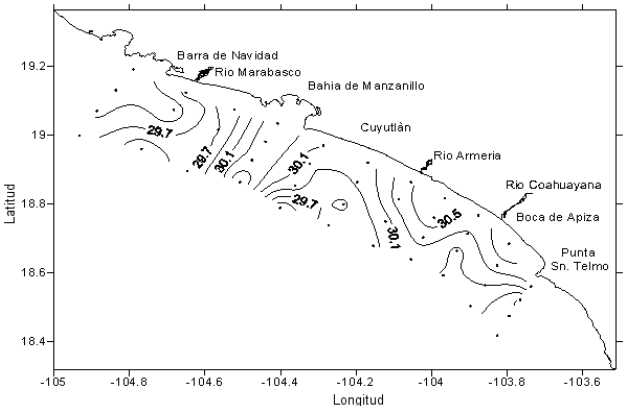


Figura 13
Circulación geostrófica superficial, ODECOL-III

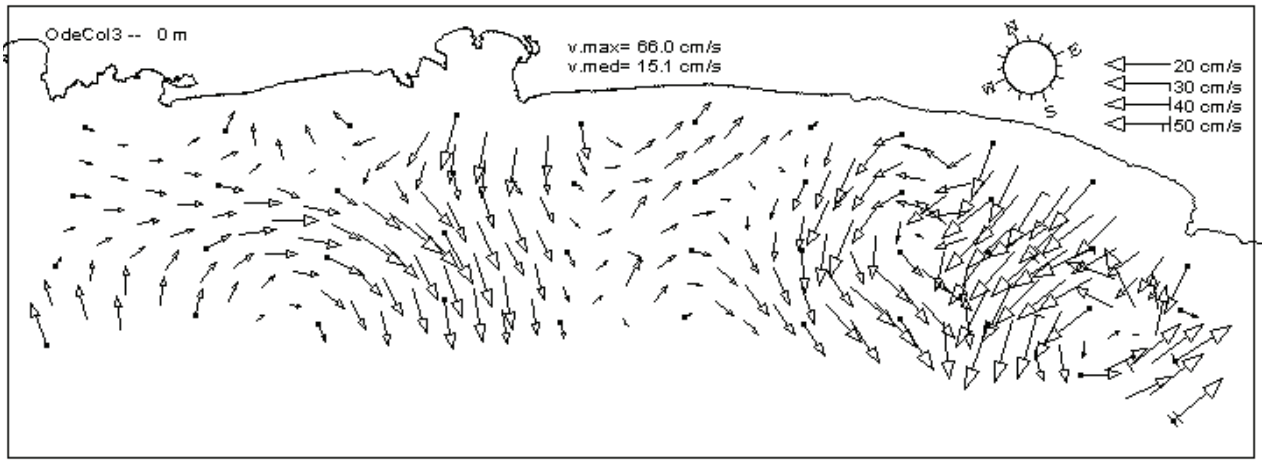
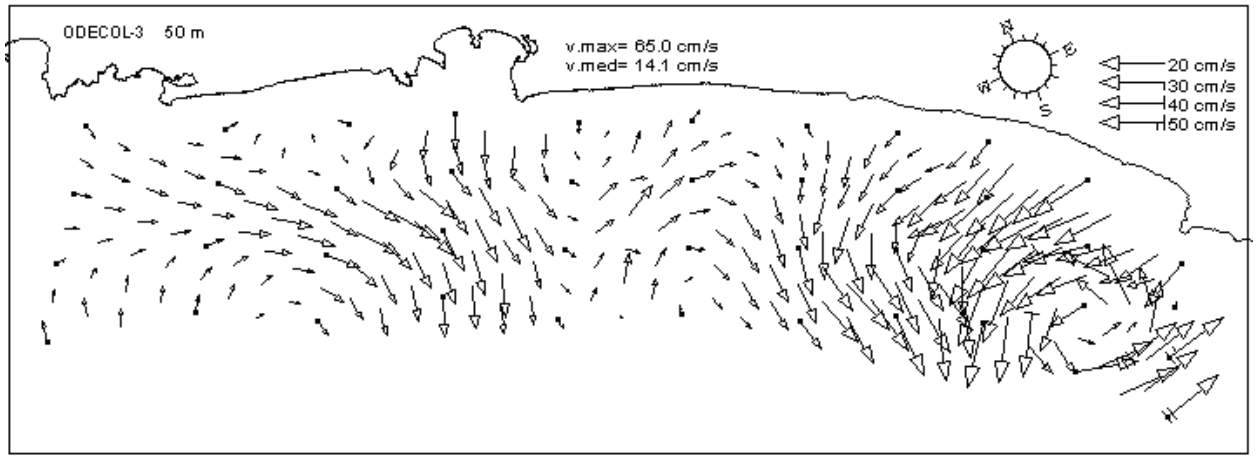


Figura 14
Circulación geostrófica a 50 m, ODECOL-III



respectivamente, con valores máximos de 34.3 ups y 29.30 °C. Los valores promedio correspondieron a 33.65 ups y 28.8 °C.

Las temperaturas más altas tuvieron amplia distribución, tanto en las estaciones oceánicas como en las costeras, con un valor máximo promedio de 29.8 °C; las temperaturas más bajas (28.3 °C) se encontraron en la zona costera, frente a Boca de Apiza.

En otoño en la zona noroeste, frente a Barra de Navidad, existió un transporte neto hacia el continente con velocidades promedio de hasta 18.8 $cm \cdot s^{-1}$. Cerca a la parte central de la laguna de Cuyutlán se formó un remolino anticiclónico que se contrapuso con uno de tipo ciclónico que abarcaba desde Boca de Apiza hasta Tecomán, esto generó un flujo neto hacia el océano con velocidades promedio de hasta 9.3 $cm \cdot s^{-1}$ (Figs. 17 y 18). Los patrones de circulación geostrófica fueron semejantes en superficie y a 50 m de profundidad.

En este estudio se observó que durante las cuatro estaciones del año el comportamiento horizontal de la temperatura y la salinidad, en el nivel superficial, difiere entre los valores mínimos y máximos en 5 °C y 1.9 ups, respectivamente. Mientras que a 100 m de profundidad, difieren en 2.2 °C y 0.35 ups, en el mismo orden.

Figura 15
Distribución superficial de la salinidad, ODECOL IV

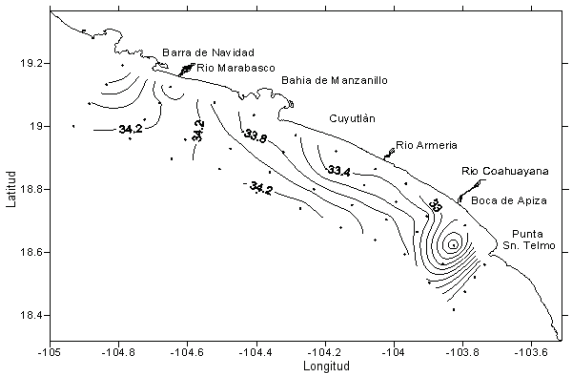


Figura 16
Distribución superficial de la temperatura, ODECOL IV

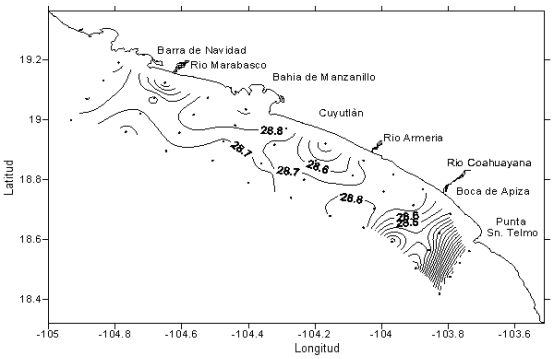
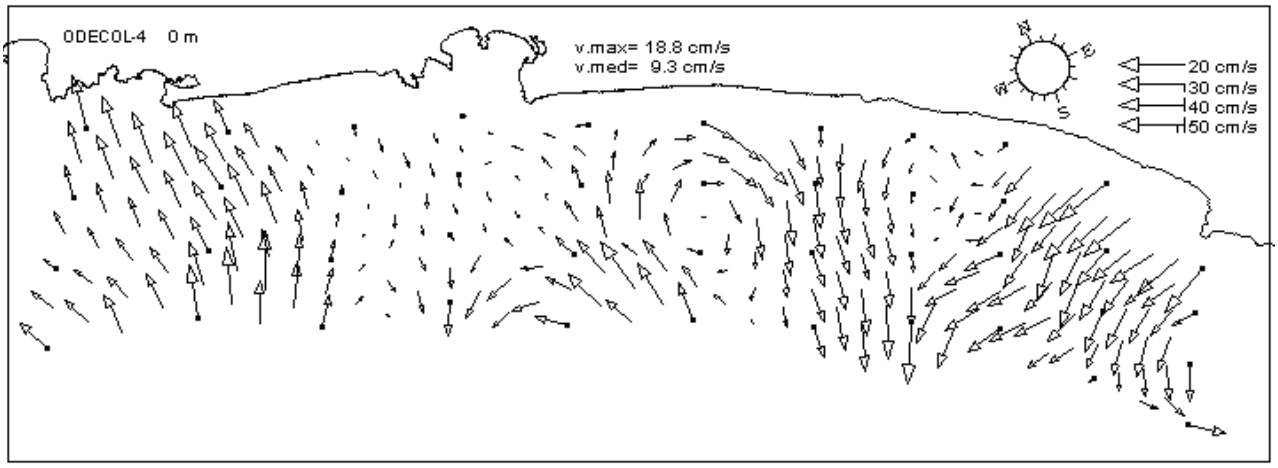


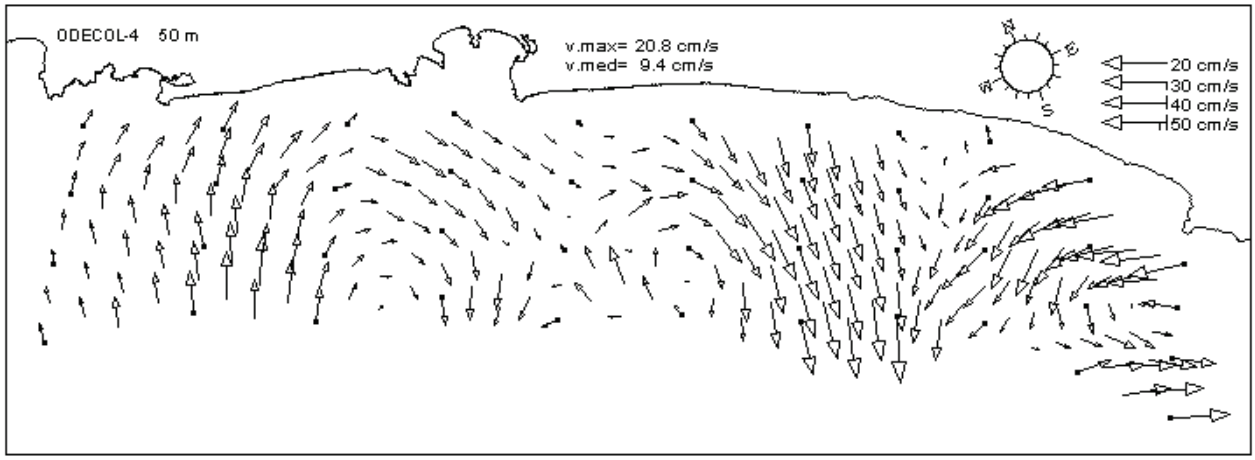
Figura 17
Circulación geostrófica superficial, ODECOL-IV



Discusión

Es importante señalar que las estaciones oceanográficas cercanas a la costa se ubicaron sobre la plataforma continental, muy angosta en esta región (Fig. 2) y delimitada por la isobata de 200 m; mientras que las estaciones más alejadas de la costa se localizaron sobre el talud continental, en donde el fondo es muy irregular y la profundidad llega hasta los 2 000 m. Algunas de estas estaciones de muestreo estuvie-

Figura 18
Circulación geostrófica a 50 m, ODECOL-IV



ron muy cercanas a los cañones submarinos que hay frente a la desembocadura del río Armería y la bahía de Manzanillo. De acuerdo con la distribución de las estaciones se esperaría encontrar agua más cálida en las estaciones próximas a la costa, que en las más alejadas de ésta durante todo el año. Sin embargo, en primavera las temperaturas más bajas se observaron cerca de la costa, frente al río Armería, lo cual podría ser atribuible a la circulación vertical ocasionada por el esfuerzo del viento (surgencia).

La presencia de dicho núcleo de agua fría también podría ser imputable a las irregulares y complejas ondas internas, cuya presencia en el Pacífico mexicano ha sido reportada (Filonov *et al.,* 2000; González-Ruelas, 2000). Empero, el núcleo frío fue recurrente, las mediciones con el CTD se realizaron en un periodo corto y los datos fueron filtrados, lo que lleva a suponer que las ondas internas no son el mecanismo responsable de esas aguas frías.

En el verano y el otoño, las descargas de los ríos aumentan su caudal y los vientos intensifican su magnitud, debido a la presencia de ciclones y tormentas tropicales. La Comisión Nacional del Agua (CNA) reportó que durante 2002 se presentaron 12 ciclones tropicales en el Pacífico mexicano, de los cuales *Julio* (septiembre) y *Kenna* (octubre) afectaron, en forma directa, el litoral del estado de Colima con lluvia, viento y oleaje. Esto provocó cambios significativos en los campos superficiales de salinidad y temperatura en el muestreo de otoño, en el que se registró la salinidad más baja de los cuatro muestreos.

En noviembre de 2000, 2001 y 2002, Lavin[1] *et al.* (2003), mediante mediciones con un Perfilador de Corrientes Acústico Doppler (ADCP) encontraron una corriente costera alrededor de 50 km de ancho, dirigida hacia el noroeste con velocidades de hasta 50 $cm \cdot s^{-1}$. Esto coincide con los resultados de este trabajo obtenidos durante el invierno y el otoño, entre la bahía de Manzanillo y Barra de Navidad, aunque difirió con los de primavera y verano, lo que puede ser debido a que esos autores consideraron una franja costera más amplia y en este trabajo sólo se abarcó hasta 18 km, con una red de estaciones oceanográficas influenciadas por el relieve del fondo oceánico.

Por otra parte, Gómez-Valdés[2] *et al.* (2003) dieron a conocer la importancia de la variabilidad espacio temporal de las distribuciones de temperatura y salinidad en la capa superior del océano frente a la costa de los estados de Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco, durante la época de los ciclones para investigar las diferencias entre la capa de temperatura constante (capa isotérmica) y la capa de densidad constante (capa de mezcla).

Los resultados geostróficos indican que el sistema de circulación se conserva en superficie y a los 50 m de profundidad. Algunas de las características de la circulación fueron los remolinos y flujos hacia afuera de la costa en las cercanías de los cañones submarinos, frente al río Armería y la bahía de Manzanillo. Las máximas velocidades superficiales se presentaron en invierno y verano, tanto en la superficie como a 50 m de profundidad. Los remolinos también se detectaron durante la primavera y el otoño, a pesar de que las velocidades máximas fueron significativamente menores, en especial en este último periodo.

Debido a que este trabajo se realizó muy cerca de la costa, se observó que las variables fueron influenciadas por los procesos que se presentan en la plataforma continental, como fue el caso de los ciclones tropicales, que alteraron los campos de viento, que

juegan un papel muy importante en la dinámica costera de la región.

Agradecimientos

Los autores agradecen la invitación del Instituto Oceanográfico del Pacífico de Manzanillo, la Secretaría de Marina, la Armada de México, para colaborar con ellos en los cuatro ODECOL. De igual manera a la Universidad de Colima por el apoyo para participar en estos cruceros y con asistencia de estudiantes de FACIMAR. A los revisores anónimos, quienes con sus comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar este trabajo.

Referencias bibliográficas

CARBAJAL, N. y M. Galicia. 2002. Earthquake-induced Helmholtz resonance in Manzanillo lagoon, Mexico. *Revista Mexicana de Física*. 48(3):192-196.

CLEMENTE, R., R. 1991. *Análisis de la corriente subsuperficial de marea en dos puntos fijos de la bahía de Manzanillo, Colima*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. México. 93p.

FILONOV, A. E. 2000. Estructura espacial de los campos de temperatura y salinidad en presencia de ondas internas en la plataforma continental de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(1):1-21.

FILONOV, A. E., I. Tereshchenko, E. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 26(2):303-321.

FOMIN, L.M. 1964. *The Dynamic method in Oceanography*. Elsevier Oceanography Series. Elsevier. Ámsterdam. 212p.

GALICIA, M. 1987. *Modelación hidrodinámica numérica de las bahías de Manzanillo y Santiago.* Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 66p.

GALICIA, M. 1994. Aspectos de modelación numérica tridimensional de la bahía de Manzanillo. GEOS, 14(5):2.

GALICIA, M. y R.J. Gaviño. 1996. Estudio numérico de refracción de oleaje y circulación en la costa de Colima. GEOS, 16(4):256.

GALICIA, M. y R.J. Gaviño. 2001. Análisis espectral de algunos parámetros meteorológicos en Manzanillo, Colima. GEOS, 21(4):155.

GÁMEZ de R. E. 1998. *Aplicaciones de cómputo para determinar la hidrodinámica aledaña a los estados de Jalisco y Colima*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería Electromecánica. Universidad de Colima. México. 194p.

GAVIÑO, J. y M. Galicia-P. 1993. *Modelación hidrodinámica numérica de algunos cuerpos de agua de la Zona Económica Exclusiva de México*. Informe Interno. CEUNIVO-Universidad de Colima. México. 155 pp.

GAVIÑO, J. y M. Galicia-P. 1994. *Estudio de refracción de oleaje en la bahía de Manzanillo.* Reporte Interno CEUNIVO-Universidad de Colima. México. 43p.

GAVIÑO, J. y M. Galicia-P. 1995. Estudio de refracción de oleaje y de oscilaciones del nivel del agua (seiches) en el Puerto Interior de San Pedrito, Manzanillo Colima. GEOS, 15(2):16-17.

GONZÁLEZ, J. 2002. *Tablas de mareas, 2002 del Puerto de Manzanillo.* Departamento de Oceanografía Física. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, BC. México. 20p.

GONZÁLEZ-RUELAS, M.E. 2000. *Estructura termohalina de las aguas, corrientes y ondas internas en la costa occidental de México.* Tesis de Doctorado. Postgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. Tecomán, 140p.

JICA. 1985. *Draft final report for the study on the development project of the Port of Manzanillo in the United Mexican States*. Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional. Manzanillo, Colima. México. 547p.

LANCÍN, M. y A. Carranza. 1976. Estudio geomorfológico de la bahía y la playa de Santiago en Manzanillo Colima. *Revista del Instituto de Geología*, UNAM. 2:43-65.

LÓPEZ-QUIROZ, J. 1990. *Variación estacional de la termoclina en un transecto entre el Puerto de Manzanillo e Isla Socorro*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. México. 85p.

MACÍAS-ZAMORA, R., H. Santana-Hernández y J.J. Váldez-Flores. 1985. *Prospección hidroacústica en el litoral del estado de Colima*. Informe Final Conacyt clave IRT/NAL/83/2091. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo, Col. 46p.

MARTÍNEZ-VENEGAS, R. 1995. *Análisis de datos de radiosondeo atmosférico de la Estación de Manzanillo del Sistema Meteorológico Nacional.* Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. México. 135p.

RODRÍGUEZ-ALONSO, R. 2002. *Análisis de perfiles de playa en la costa norte de Colima, de febrero de 2001 a febrero de 2002*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. México. 157p.

ROSAS-COTA, A. 1976. Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones de invierno y verano. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports,* 19(1):89-106.

SANDSTRÖM, J. W. y B. Helland-Hansen. 1903. Ueber die Berechnung von Meerestromungen, *Rep.Norweg. Fish Invest.,* 2(4):43.

SEA-BIRD ELECTRONICS. 2001. *Seasoft CTD data acquisition software. Technical Manual.* SEA-BIRD ELECTRONICS INC, Washington, EU. 45p.

SECRETARÍA DE MARINA. 1973. *Estudio geográfico de la región de Manzanillo Colima.* Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. México, DF, 157p.

WARSH, C. E. y K.L. Warsh. 1971. Water exchange at the mouth of the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 76(33):8098-8106.

YOUNG-HYANG, P. 2004. Determination of the surface geostrophic velocity field from satellite altimetry. *Journal of Geophysical Research*, 109(C05006):1-15.

ZEPEDA, G. J. 1987. *Estudio de las distribuciones de sedimentos bentónicos en las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima*. Instituto Oceanográfico de Manzanillo. Secretaría de Marina. Reporte Interno. Manzanillo, Colima. 89p.

Marco ambiental

Oceanografía Química

Distribución horizontal de nutrientes y clorofila-*a* sobre la plataforma continental del estado de Colima durante 2002

Aramis Olivos Ortiz[*]
José de Jesús Salas Pérez[**]
Geraldine García Uribe[***]
Marco Antonio Galicia Pérez[*]
Ernesto Torres Orozco[***]
Sonia I. Quijano Scheggia[*]

Resumen

En la plataforma continental del estado de Colima se realizaron campañas oceanográficas durante febrero, mayo, agosto y noviembre de 2002, sobre cuatro transectos paralelos, situados a dos, seis, 11 y 18 km de la línea de costa, con el objetivo de conocer la distribución horizontal de los nutrientes inorgánicos, la clorofila-*a* y su relación con las corrientes. En la primavera se detectaron las máximas concentraciones de nutrientes; los nitratos (3.82 μM), silicatos (6.46 μM) y ortofosfatos (1.72 μM) fueron más abundantes en los transectos más alejados de la costa, mientras que el amonio (1.27 μM) en el más cercano. La clorofila-*a* fue más abundante en el verano (3.83 mg *chl-a*·m^{-3}), a 25 m de profundidad y estuvo relacionada con la disponibilidad de nutrientes y la hidrodinámica. El patrón de circulación sobre la plataforma, descrito con el método geostrófico, presentó remolinos ciclónicos y anticiclónicos en forma alternada, lo que dio lugar a zonas de frentes (convergentes/divergentes). Estas características aparentemente influyeron en la distribución de los nutrientes y la clorofila. Los aportes continentales sobre la zona de estudio fueron de menor importancia comparados con la fertilización generada por la circulación.

Palabras clave: Nutrientes, clorofila-*a*, circulación geostrófica, Colima.

* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas–Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad km. 20. Col. El Naranjo, CP 28860. Manzanillo, Col. México.

** Centro Universitario de la Costa–Universidad de Guadalajara. Avenida Universidad 203. Delegación Ixtapa. CP P 48280. Puerto Vallarta, Jal. México.

*** Facultad de Ciencias Marinas – Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad km. 20. Col. El Naranjo, CP 28860. Manzanillo, Col. México.

Introducción

El fitoplancton marino requiere ciertos elementos disueltos para su óptimo desarrollo, entre los que destacan el nitrógeno, el fósforo y el sílice, los cuales se presentan en varias especies que a su vez están influenciadas por fenómenos climáticos e hidrodinámicos (Riley y Chester, 1989).

En el océano Pacífico mexicano se han realizado algunas investigaciones interdisciplinarias con el propósito de describir la distribución de pigmentos fotosintéticos y su relación con las principales componentes de la circulación marina. Lluch-Cota *et al.* (1997) promediaron las concentraciones mensuales de los pigmentos, obtenidas a partir de imágenes de color del sensor Coastal Zone Color Scanner (CZCS), y encontraron que la región del Pacífico mexicano, comprendida entre las coordenadas 100-105° O y 8-18° N, es permanentemente oligotrófica ya que esos valores fueron menores a 0.2 mg·m^{-3}, en comparación con las regiones central (Golfo de Tehuantepec) y oriental (Golfo de Papagayo), definidas como eutróficas, donde superaron los 0.3 mg·m^{-3}.

Müller-Karger y Fuentes-Yaco (2000) cuantificaron los pigmentos fotosintéticos en los remolinos que se forman entre la costa y el océano abierto en la región del Pacífico Oriental, y sugirieron que los distintos mecanismos de fertilización que ocurren en los primeros 70 km a partir de la costa, hacen que los pigmentos varíen de ~2 a más de 10 mg·m^3, lo que contrasta con la concentración detectada a 600 km de la costa de 1 mg·m^3. En el Golfo de Tehuantepec se han observado cantidades elevadas de clorofila entre octubre y marzo, que han sido relacionadas con los procesos de mezcla y el bombeo de Ekman generados por los vientos Tehuanos (Trasviña *et al.,* 1995; Fiedler, 2002), que inducen el enriquecimiento de nutrientes (nitratos y fosfatos) de las capas superficiales (Vázquez-Gutiérrez *et al.*, 1998).

En el Pacífico central mexicano se han caracterizado los sistemas de circulación en gran escala, los procesos de inestabilidad de meso-escala y la presencia de remolinos (Fiedler, 1994; Peña *et al.,* 1990; Rodríguez *et al*., 2001); pero no se ha prestado atención a los procesos dinámicos costeros, tales como las corrientes residuales, que pueden llegar a ser de gran importancia en los procesos locales de fertilización.

En la zona costera del estado del estado de Colima se han realizado algunos trabajos puntuales sobre la disponibilidad de nutrientes en las bahías de Manzanillo y Barra de Navidad, que analizan las relaciones estequiométricas de estos compuestos y su efecto en la productividad primaria (expresada como concentración de clorofila-*a*), así como la influencia de los aportes continentales sobre la abundancia y la diversidad de grupos fitoplanctónicos (López-Sandoval y Olivos-Ortiz, 2002; Quijano-Scheggia *et al*., 2003; Olivos-Ortiz *et al.,* 2003). Se desconocen los mecanismos de fertilización de la plataforma continental de esta región, aunque es probable que estén relacionados con escurrimientos continentales (aportes de ríos o de asentamientos urbanos) y con la circulación costera (distribución de nutrientes a lo largo de la columna de agua debido a eventos dinámicos tales como los remolinos). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue conocer la distribución horizontal de nutrientes inorgánicos sobre la plataforma continental de Colima y de la abundancia de clorofila-*a* durante el año 2002, ya que a partir de las áreas en las que se acumulan estos compuestos y su relación con las corrientes, es posible inferir la forma en que ahí llegan.

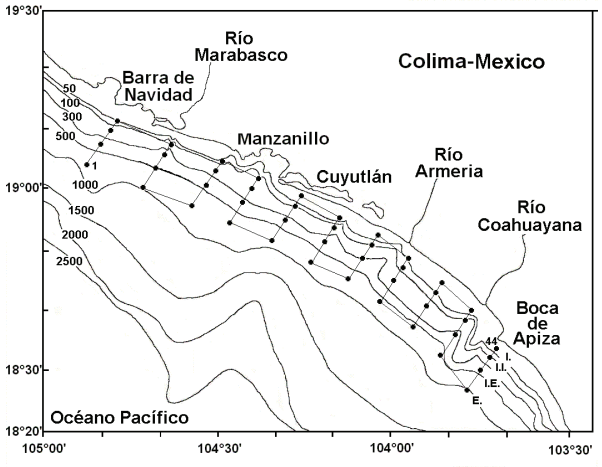
Métodos y materiales

El estado de Colima está situado en la costa meridional del océano Pacífico, entre los 103°19'20" y los 104°41'12" Oeste y entre los 18°41'17" y los 19°31'20" Norte. La línea de costa mide 142 km y comprende los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán. El litoral está formado por playas rocosas y abruptas, a excepción de las áreas con influencia de ríos. El perfil costero se caracteriza por un declive pronunciado y un fondo casi uniforme (Zepeda-Gutiérrez, 1987). La plataforma continental es estrecha y abarca un total de 1 320 km^2. El clima es cálido subhúmedo, con un promedio anual de precipitación pluvial de 1 205.9 mm. La temporada de lluvias inicia en junio, alcanza su máximo entre agosto y septiembre, y disminuye en diciembre (Quijano y Vidaurri, 1987). Los principales ríos son el Marabasco, el Armería y el Coahuayana (INEGI[1], 2002).

La toma de muestras se realizó en colaboración con la Armada de México, a bordo de los Buques Oceanográficos *Altair* y *A.V. Humboldt*, dentro del programa Oceanografía Descriptiva del Estado de Colima (ODECOL) en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 2002, los cuales se tomaron como representativos de invierno, primavera, verano y otoño.

El área de estudio comprendió la plataforma continental del estado de Colima, sobre la que se trazaron 11 transectos perpendiculares a la costa, en los que se ubicaron cuatro estaciones oceanográficas (a dos, seis, 11 y 18 km de la línea de costa), que a su vez formaron cuatro transectos paralelos a la costa, que de forma arbitraria se nombraron: Interno (I), Intermedio Interno (II), Intermedio Externo (IE) y Externo (E), para facilitar la interpretación de los resultados (Fig. 1).

Figura 1
Área de estudio y estaciones de muestreo



Las muestras para la medición de los nutrientes, nitritos+nitratos ($N\text{-}NO_2^- + NO_3^-$), amonio ($N\text{-}NH_4^+$), fosfatos ($P\text{-}PO_4^{3-}$) y silicatos ($Si\text{-}SiO_2$), se colectaron con botellas Niskin de cinco litros a 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150 y 200 m de profundidad, e inmediatamente se almacenaron a –4 °C hasta su análisis en el laboratorio. Las concentraciones se determinaron colorimétricamente con un autoanalizador de flujo segmentado SKALAR SanPlus II con las técnicas descritas

1. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) 2001. *http://www.inegi.gob.mx*

por Solórzano (1969), Strickland y Parsons (1972) y Grasshoff *et al.* (1983).

Las muestras de agua para clorofila-*a* (*chl-a*) se tomaron sobre las estaciones costeras y oceánicas a 5, 25 y 50 m de profundidad y se analizaron con la técnica colorimétrica descrita por Strickland y Parsons (1972). Los volúmenes de muestra utilizados variaron entre 350 y 750 ml, en función de la cantidad de material suspendido; se emplearon filtros de membrana de 0.45 μm de apertura de poro (Millipore) que permanecieron congelados (–4 °C) y en total oscuridad hasta su análisis. La extracción del pigmento se realizó en 10 ml de acetona a 90% en total oscuridad y a 6 °C por 24 hrs. La lectura de la absorción se realizó con un espectofotómetro Spectronic 20 Genesys con celdas de cuarzo de 10 cm. La cantidad de *chl-a* se calculó con la siguiente expresión:

Ec. 1 $$\text{mg } chl\text{-}a \cdot m^{-3} = CV^{-1}$$

Donde V es el volumen de agua filtrado y C es el valor obtenido, a partir de las diferentes longitudes de onda, de la ecuación específica para *chl-a* propuesta por Richards y Thompson (citados por Strickland y Parsons, 1972) previa corrección de las lecturas a 750 nm.

Ec. 2 $$C = 15.6\ E_{665} - 2.0\ E_{645} - 0.8\ E_{630}$$

La temperatura y la salinidad se midieron a lo largo de la columna de agua en intervalos de 1 m ($\Delta Z = 1$ m), con un CTD Sea Bird 19-Plus (precisión ± 0.01 °C y ± 0.0001 S m^{-1}), en cada una de las estaciones de muestreo (Fig. 1). Con estos datos se calcularon los campos de velocidad geostrófica mediante el Modelo de Alturas Dinámicas (Pond y Pickard, 1983):

Ec. 3 $$v=(g/f)\ \partial h/\partial x$$

Donde *g* es la gravedad, *f* es el parámetro de Coriolis, ∂h es la altura dinámica y ∂x la variación en la horizontal.

Se calcularon las velocidades geostróficas ortogonales asumiendo que la velocidad era cero a la profundidad de 100 m (nivel de referencia o no movimiento) y se consideraron únicamente las velocidades resultantes conforme la variación de la altura dinámica. El modelo realizó interpolaciones en cada celda (a partir de los perfiles de densidad) para generar los vectores de velocidad geostrófica y se graficó el promedio en el centro de cada una de ellas, por lo que los rasgos de la circulación obtenidos pueden considerarse una aproximación razonable (véase Galicia *et al*. en este mismo libro). Por las variaciones de la profundidad en el área de estudio y las características del modelo, se consideró que los vectores estimados a 25 m de profundidad eran representativos de las condiciones del medio y, por esta razón, los mapas de distribución de nutrientes se elaboraron con esa misma profundidad.

El análisis estadístico practicado a las cantidades de nutrientes se realizó con el programa Statistica 5.0 (StatSoft Inc., 2000): primero se comprobó que los datos satisficieran las condiciones de homogeneidad de varianza y de distribución normal con las pruebas de Levene y Kolmogorov-Smirnov (K-S), respectivamente; después, a los datos de cada temporada se les aplicó un Análisis de Varianza de una Vía (ANDEVA con una significancia $\propto$ de 0.05) para determinar la existencia de diferencias en su distribución con el propósito de ubicar la nutriclina y determinar la influencia de las descargas de origen continental en la zona de estudio. En el primer caso los datos se clasificaron como superficiales y de fondo, de acuerdo con los perfiles de cada nutriente; mientras que en el segundo, las estaciones se agruparon longitudinalmente (en paralelo a la costa) en los cuatro transectos paralelos a la costa (I, II, IE, E).

Resultados

Los resultados se exponen con la siguiente secuencia. En primer lugar se describe la distribución vertical de los nutrientes, las variaciones estacionales de las *chl-a* y las comparaciones del contenido de nutrientes en los transectos paralelos a la costa; posteriormente se presentan la circulación y la distribución horizontal de estos compuestos y de la *chl-a* y se contrastan entre ellos, de manera cualitativa.

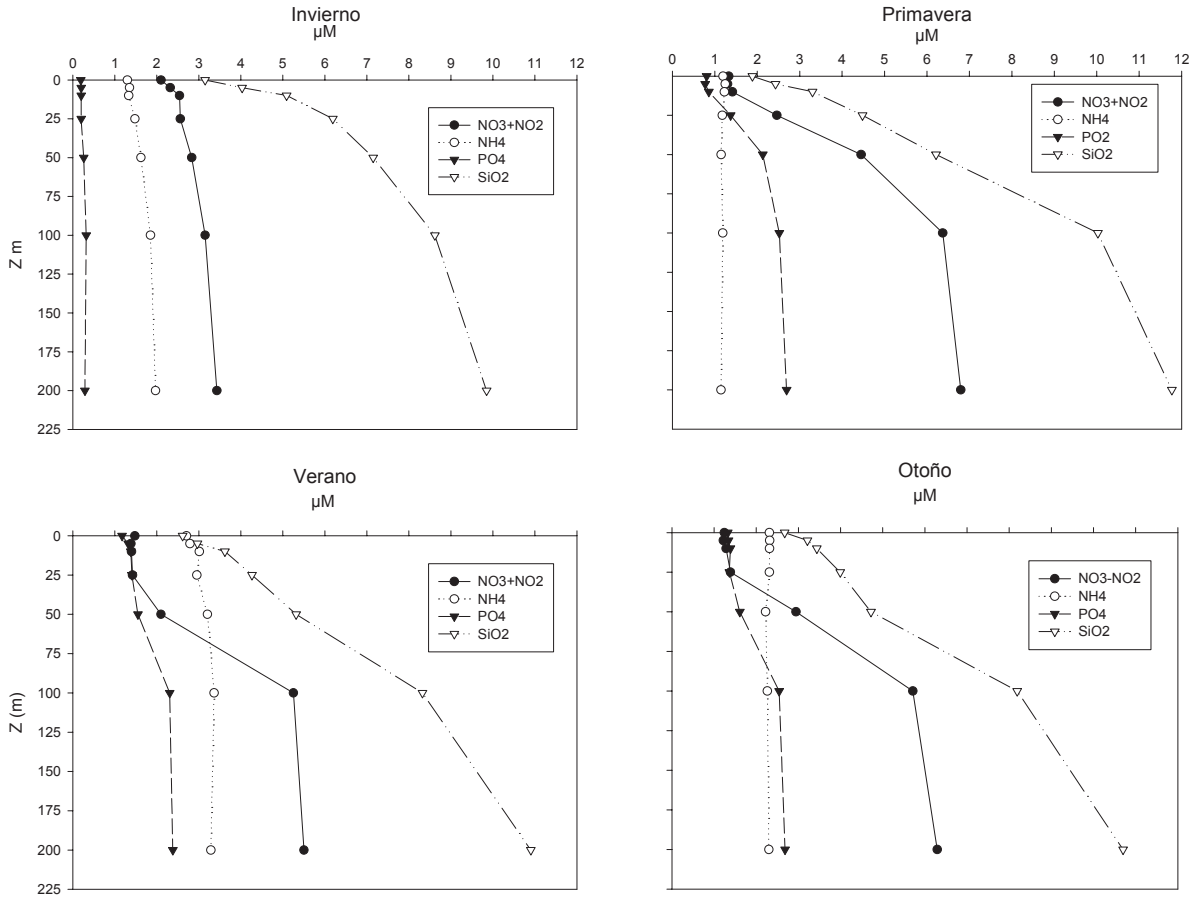
Ubicación de la nutriclina

La distribución vertical de las concentraciones promedio de los nutrientes a lo largo de la columna de agua (Fig. 2) y su análisis estadístico ($p<0.05$) mostraron que la ubicación de la nutriclina varió estacionalmente; en invierno y primavera se situó aproximadamente a partir de los 50 m, mientras que en verano y otoño a los 75 metros.

Distribución de la biomasa fitoplanctónica

Las cantidades promedio de *chl-a* mostraron cambios estacionales: en invierno se presentaron los valores más bajos, excepto en el transecto I (Fig. 3a). En primavera (Fig. 3b y 3c) las concentraciones se

Figura 2
Perfiles promedio de nutrientes en cada temporada.



incrementaron y alcanzaron el máximo en verano, en especial a los 50 m de profundidad (3.7 mg *chl-a*·m^{-3}) sobre el transecto E; mientras que en otoño (Fig. 3d) el contenido de *chl-a* disminuyó, aunque sin llegar a ser indetectable, como ocurrió a los cinco metros de profundidad en el transecto E durante el invierno.

Comparación entre los transectos paralelos a la costa

En la *tabla 1* se aprecia que los valores promedio más altos de nitratos, fosfatos y silicatos ocurrieron sobre el transecto IE en invierno y sobre el borde de la plataforma (transecto E) el resto del año; en contraste, los más bajos se detectaron cerca de la costa (transecto I) o en sus inmediaciones (transecto II). La distribución del amonio fue más variable, en primavera y otoño las mayores cantidades se registraron en el transecto I, mientras que en invierno y verano, en los transectos IE y E, respectivamente. Las concentraciones más bajas de los cuatro nutrientes no mostraron algún patrón definido ni la existencia de gradientes a partir de la línea de costa.

Sin embargo, a pesar de las diferencias descritas, al aplicar el ANDEVA, el cociente de varianzas (F') resultó menor a 2.35 (cuando el valor límite de $F'_{0.05,3}$ es 2.60), lo que indica que no había diferencia significativa entre las medias de los cuatro transectos. Esto sugiere que los aportes continentales no modificaron de manera significativa la cantidad de estos compuestos a lo largo del transecto I.

Descripción de las corrientes y de la distribución de los nutrientes

Durante el invierno la circulación geostrófica mostró una componente general hacia el sureste (Fig. 4). Desde Barra de Navidad se generó un flujo de la costa al océano que alimenta un chorro que llega hasta Cuyutlán y generó un remolino anticiclónico entre los transectos I e IE de aproximadamente 15 km de diámetro que en su parte externa (transectos IE y E) generó un contraflujo que se desvía hacia la parte oceánica frente a las bahías de Manzanillo. Esta estructura se conecta con un ciclón de 12 km de diámetro (entre

Figura 3
Variación estacional de clorofila-*a* durante el periodo de estudio.

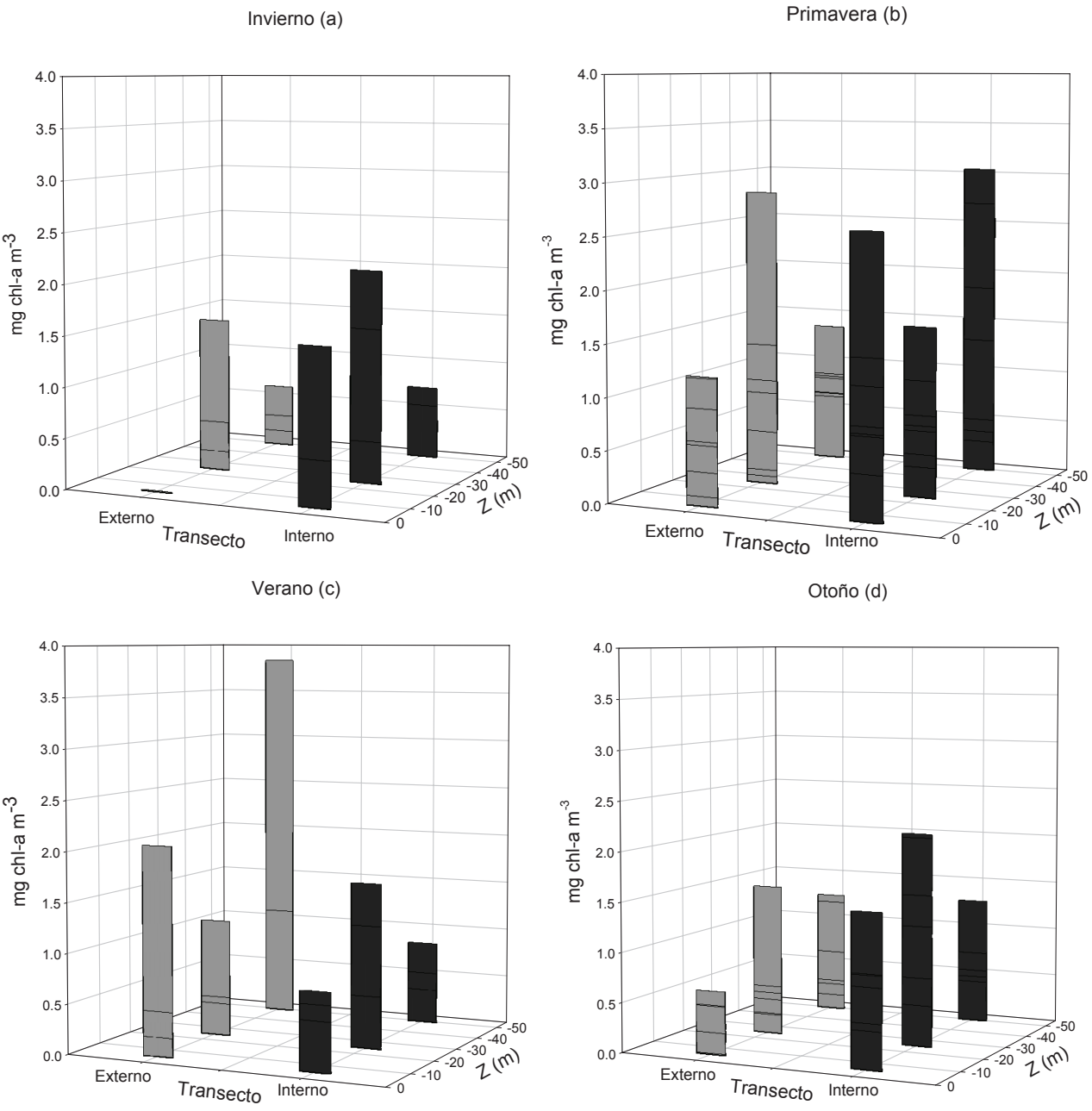
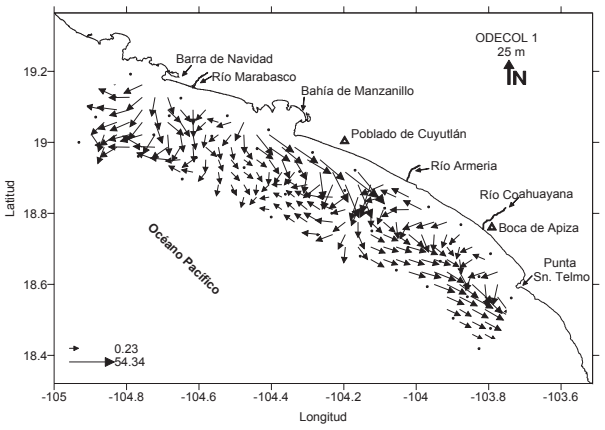


Tabla 1
Promedios estacionales de la concentración de nutrientes (µM) por transecto

Transecto	*Invierno*		*Primavera*		*Verano*		*Otoño*	
Interno	*Media*	*Desv. Std.*	*Media*	*Desv. Std*	*Media*	*Desv. Std*	*Media*	*Desv. Std*
NO_2+NO_3	2.55	0.69	3.38	0.28	2.18	0.38	2.61	0.49
NH_4	1.58	0.74	1.27	0.25	3.00	0.33	2.29	0.37
PO_4	0.19	0.08	1.58	0.84	1.54	0.49	1.18	0.28
SiO_2	5.26	1.70	4.67	1.69	4.39	1.27	4.20	1.51
Int. Interno								
NO_2+NO_3	2.64	0.75	3.39	0.40	2.41	0.66	3.01	0.16
NH_4	1.62	0.78	1.11	0.30	2.74	0.47	2.28	0.26
PO_4	0.22	0.16	1.42	0.87	1.60	0.50	1.23	0.39
SiO_2	5.42	2.33	5.38	1.33	4.87	1.47	4.84	1.58
Int. Externo								
NO_2+NO_3	2.75	0.83	3.29	0.73	2.90	0.48	3.30	0.39
NH_4	1.59	0.68	1.21	0.22	3.07	0.37	2.02	0.48
PO_4	0.26	0.12	1.72	0.16	1.78	0.41	1.31	0.27
SiO_2	6.49	2.91	5.59	1.37	5.93	2.10	5.36	1.57
Externo								
NO_2+NO_3	2.56	0.75	3.82	0.42	3.34	0.22	3.59	0.57
NH_4	1.27	0.40	1.20	0.25	3.30	0.41	2.16	0.41
PO_4	0.24	0.15	1.68	0.72	1.70	0.33	1.54	0.21
SiO_2	6.33	2.52	6.46	2.93	6.37	2.12	6.09	2.38

los transectos I y II) el cual se une con un flujo hacia el sureste sobre los transectos externos que frente a Boca de Apiza generó un segundo flujo ciclónico de menores dimensiones entre los transectos I y II.

Figura 4
Circulación geostrófica durante invierno



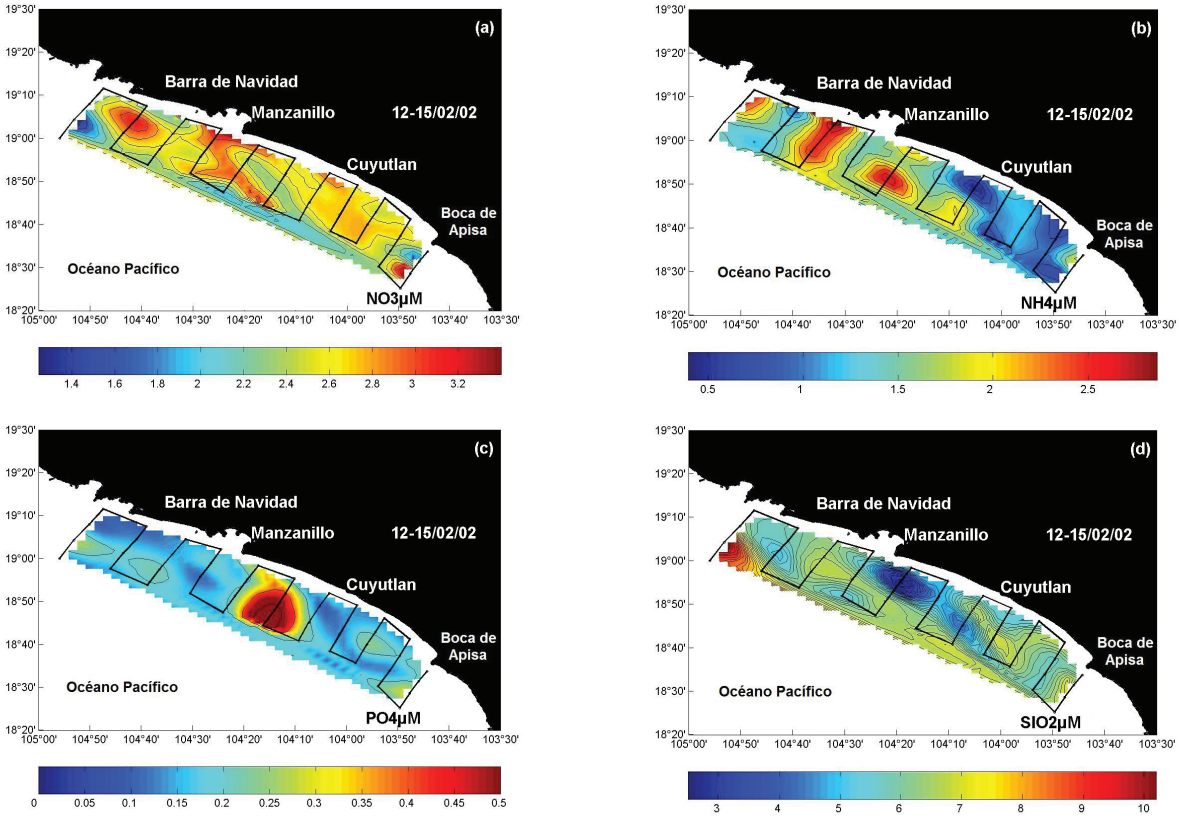
Los mapas de distribución de cada nutriente fueron diferentes entre sí (Fig. 5a, 5b, 5c, 5d). Las concentraciones de nitratos más bajas se detectaron hacia el talud, mientras que las más altas entre Barra de Navidad y Manzanillo (II e IE). En el caso del amonio, los valores más bajos se registraron al sur de Cuyutlán, mientras que los más elevados en una franja perpendicular a la costa ubicada entre el meridiano 104.6° O y Manzanillo. El fósforo fue escaso (<0.0.4 μM), excepto en un punto ubicado entre Manzanillo y Cuyutlán, mientras que los silicatos fueron ligeramente más abundantes sobre el talud y en una especie de "lengüeta" detectada entre el borde de la plataforma y las estaciones intermedias entre Barra de Navidad y Manzanillo.

La distribución de los nutrientes aparentemente mantiene alguna relación con la hidrodinámica. En el interior del remolino anticiclónico el contenido de los cuatro compuestos fue menor que el detectado en la periferia de esas estructuras. Por el contrario, al centro de los vórtices de los remolinos ciclónicos y en su zona de influencia las concentraciones de los cuatro nutrientes fueron elevadas.

Las variaciones de la clorofila también estuvieron relacionadas con la ubicación de los remolinos y las corrientes. Los mapas de distribución de estos pigmentos a 25 m de profundidad mostraron que las cantidades más grandes (>1 mg *chl-a*·m^{-3}) coincidieron con los remolinos ciclónicos, mientras que las más bajas (<1 mg *chl-a*·m^{-3}) con los anticiclones.

Durante la primavera la dirección dominante de la corriente fue al sureste; empero, mientras que en el

Figura 5
Gráficos representativos de la distribución de nutrientes durante invierno

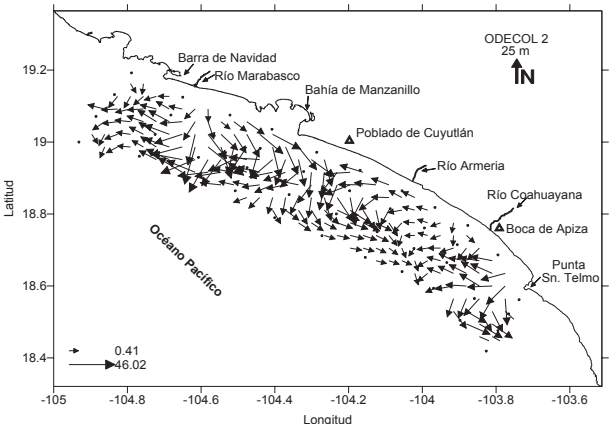


a) Nitrato, b) amonio, c) fosfato y d) silicato.

borde del talud continental (transecto E) el flujo fue estable, sobre la plataforma se formaron meandros, que al converger dieron origen a una secuencia alternada de remolinos ciclónicos y anticiclónicos (Fig. 6). Frente a las bahías de Manzanillo, entre los transectos IE y E se formó un anticiclón de 18 km de diámetro aproximadamente, que se contrapone con un remolino ciclónico de dimensiones similares. Entre estos dos remolinos se genera un flujo "zigzagueante" que sobre el transecto E es más definido desde Cuyutlán hasta Boca de Apiza.

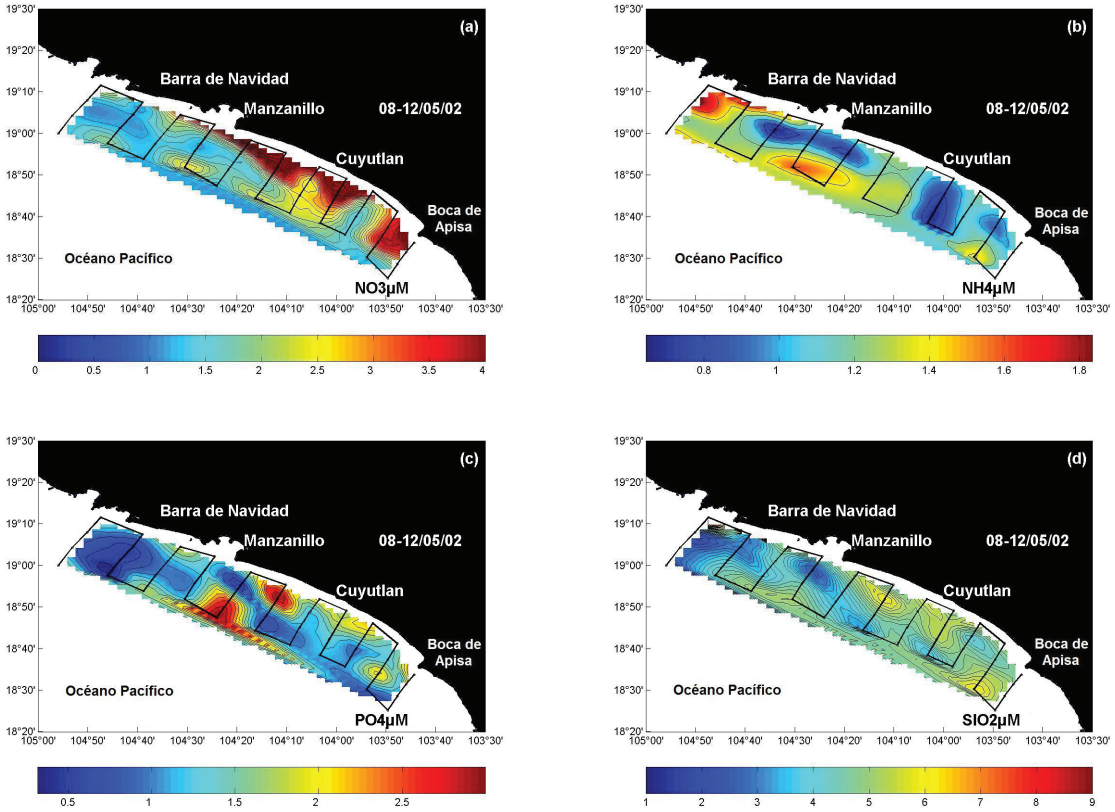
En esta temporada los mapas mostraron que hubo un incremento de fosfatos y amonio desde Barra de Navidad hasta Boca de Apiza, aunque su distribución no fue homogénea (Fig. 7). Los fosfatos y silicatos fueron más abundantes sobre el núcleo del remolino ciclónico y en las zonas de divergencia que se produjeron entre las bahías de Manzanillo y Cuyutlán, donde también se incrementó la concentración de nitratos (Fig. 7a). Por su parte, en el anticiclón y las zonas de convergencia los cuatro nutrientes fueron escasos (Figs. 7a, 7b, 7c y 7d).

Figura 6
Circulación geostrófica durante primavera.



La distribución de *chl-a* en la profundidad de 25 m, aparentemente estuvo relacionada con la presencia del remolino anticiclónico y la convergencia frente al río Coahuayana, entre los transectos IE y E, donde

Figura 7
Gráficos representativos de la distribución de nutrientes durante primavera



a) Nitrato, b) amonio, c) fosfato y d) silicato.

la concentración fue inferior a 0.7 mg *chl-a*·m^{-3}, mientras que sobre el vórtice ciclónico se triplicó (2.4 mg *chl-a*·m^{-3} desde los 25 hasta los 50 m). Frente a Punta San Telmo, en la parte interna, el valor fue de 2.1 y en la externa de 1.1 mg *chl-a*·m^{-3}.

En verano, sobre el transecto E, la dirección de la corriente fue hacia el sureste; mientras que sobre la plataforma hacia el noroeste, como en primavera, se formaron meandros que, si bien no dan paso a la formación de remolinos bien definidos, forman un flujo alternado que genera frentes (divergentes/convergentes) bien marcados. Entre el río Marabasco y las bahías de Manzanillo se forma un flujo que va de la costa al océano y pasa entre Cuyutlán y el río Armería y frente a Boca de Apiza donde se registran velocidades considerables durante esta época.

Los mapas de distribución de los cuatro nutrientes correspondientes a esa temporada no mostraron alguna tendencia. Los valores más altos se presentaron en puntos específicos (Fig. 9 a, b, c y d), algunos de los cuales coincidieron con las divergencias que se formaron frente a Barra de Navidad, entre los transectos IE y E, como fue el caso del amonio y los silicatos; en esa zona se registró el mayor contenido de amonio (Fig. 9b) (5.02 μM) del año a 25 m de profundidad, después de eso disminuyó hasta los 100 m y fue indetectable. Los nitratos, el amonio y los fosfatos formaron un núcleo con altas concentraciones frente a la bahía de Manzanillo, entre los transectos

Figura 8
Circulación geostrófica durante verano

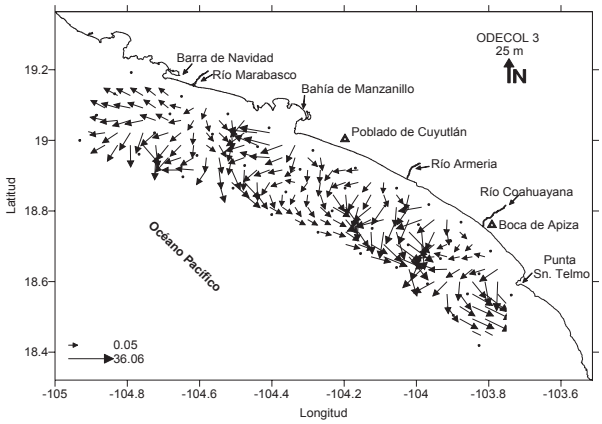
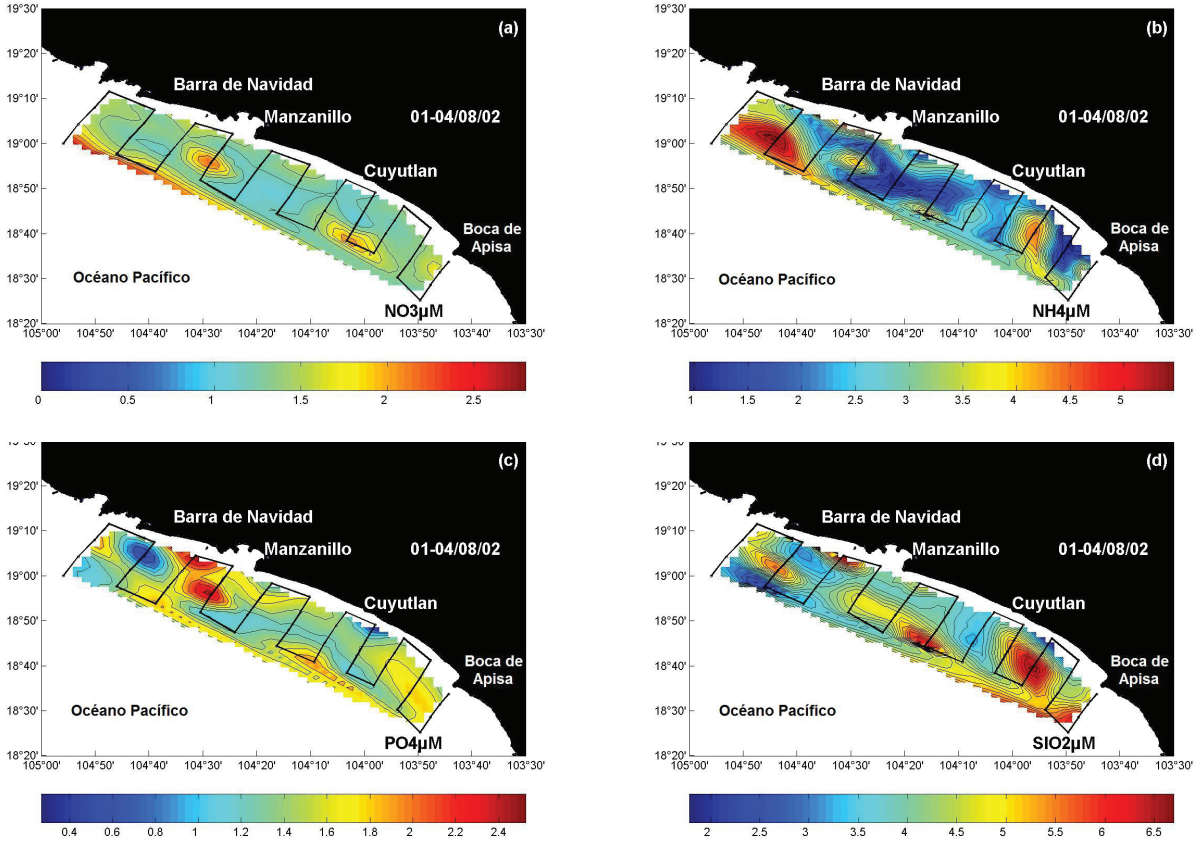


Figura 9
Gráficos representativos de la distribución de nutrientes durante verano



a) Nitrato, b) amonio, c) fosfato y d) silicato.

II e IE, en donde la circulación fue de tipo ciclónico y las velocidades fueron más elevadas. La *chl-a* fue muy abundante en las zonas con alto contenido de nutrientes, donde se registraron 3.83 mg *chl-a*·m^{-3} y 2.21 mg *chl-a*· m^{-3}, respectivamente.

Durante el otoño no se aprecia una dirección bien definida en la corriente general sobre toda la plataforma continental; al igual que en el verano, sobresale la generación de meandros de la costa al océano que alimentan trayectorias "zigzagueantes" que dan paso a zonas con frentes bien marcados (Fig. 10). En la parte sur de las bahías de Manzanillo y entre Cuyutlán y el río Armería se observan dos frentes convergentes sobre el transecto I con su contraparte sobre el transecto E. Entre el río Coahuayana y Punta San Telmo se aprecia una zona con las velocidades más altas pero sin una dirección bien definida, que deja ver un transporte neto hacia el océano (Fig. 10).

En esta época, frente a Manzanillo y Cuyutlán, las máximas concentraciones de nitratos, amonio y silicatos se alternaron entre los transectos I y E (Fig. 11a, 11b y 11c), mientras hacia la parte externa del frente, situado a la altura de las bahías de Manzanillo, las cantidades de amonio fueron bajas y coincidieron con perturbaciones en las estaciones intermedias ubicadas entre Cuyutlán y Boca de Apiza (Fig. 11b), en el sureste de la zona de estudio. El contenido de fosfatos fue pequeño, en especial frente a Manzanillo sobre el transecto interno y frente a Barra de Navidad

Figura 10
Circulación geostrófica durante otoño

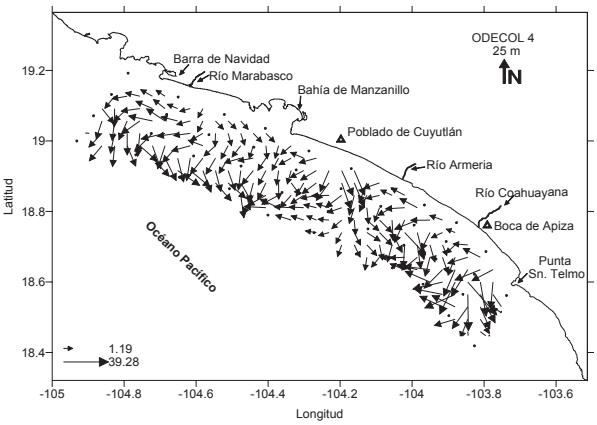
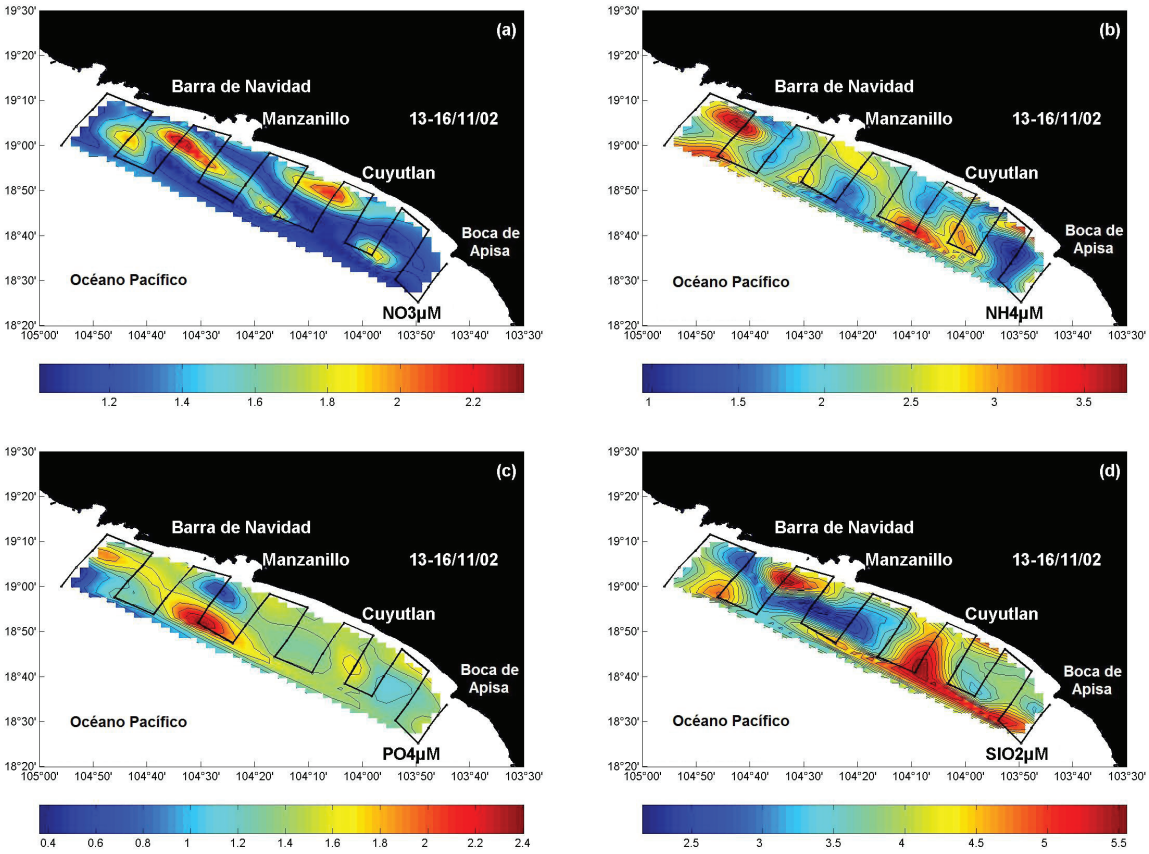


Figura 11
Gráficos representativos de la distribución de nutrientes durante otoño



a) Nitrato, b) amonio, c) fosfato y d) silicato.

sobre las estaciones externas; el valor más alto se registró en la parte externa frente a Manzanillo, donde se detectó una contracorriente con dirección sureste. Los silicatos fueron escasos en los transectos II e IE, entre Barra de Navidad y Cuyutlán, así como entre el río Coahuayana y Punta San Telmo (Fig. 11d).

La cantidad de *chl-a* fue de 1.2 mg *chl-a*·m^{-3} a 25 m de profundidad frente a Barra de Navidad, mientras que enfrente a Manzanillo fue de 0.7 mg *chl-a*·m^{-3} en el transecto interno; en contraparte, sobre las estaciones externas, donde aparentemente iniciaba un flujo en contracorriente, se presentaron las mayores concentraciones (2.82 mg *chl-a*·m^{-3}), en tanto que entre Cuyutlán y Boca de Apiza, donde se presentó una marcada inestabilidad, se registró alrededor de los 0.82 mg *chl-a*·m^{-3}.

Discusión

La distribución de nutrientes presenta una variación estacional, con los promedios más altos de fosfatos y amonio (1.6 y 3.0 μM respectivamente) en primavera y verano así como de *chl-a,* a 50 m de profundidad, esto como posible resultado de la recirculación de dichos compuestos por procesos de mezcla vertical y del incremento de la biomasa fitoplanctónica, favorecido por mayores temperatura y penetración de la luz (Riley y Chester, 1989; Badan, 1997); lo que pudo causar que durante el verano se registraran los valores más altos de *chl-a* (3.83 mg *chl-a*·m^{-3}) y de NH_4^+, lo que a su vez sugiere que la actividad fitoplanctónica contribuyó a la remineralización de nutrientes (Vidal y Duarte, 2000; Shen, 2001). Durante el otoño la *chl-a* fue más abundante que en invierno y coincidió con valores altos de los cuatro nutrientes, posiblemente porque en esa época el patrón de circulación fue estable (*e.g.* no se observaron vórtices) y las condiciones ambientales aún fueron favorables para las microalgas; no obstante, es probable que debido a la disminución de la penetración de luz, la cantidad de biomasa haya sido menor (1.2 mg *chl-a* m^{-3}) que en primavera y verano.

Durante el invierno hubo alta disponibilidad de NO_2^-+NO_3^- y SiO_2 pero baja concentración de *chl-a*

por encima de la nutriclina (50 m). En trabajos previos se reportó que la biomasa planctónica era escasa durante el invierno en la zona de estudio (Navarro-Rodríguez *et al.,* 2001), resultado de condiciones ambientales poco favorables (Fiedler *et al.,* 1991; Meave del Castillo *et al.,* 2003). Otros autores señalan que durante el invierno el contenido de *chl-a* en el fitoplancton es menor que en otras épocas del año, porque las condiciones lumínicas y las bajas temperaturas a lo largo de la columna de agua no son las óptimas para su metabolismo y desarrollo celular, lo que favorece la presencia de nutrientes en forma disuelta (Ferrier-Pagès y Rassoulzadegan, 1994; Estrada, 1996; Maso *et al.,* 1998).

La distribución horizontal de nutrientes se comparó con la circulación descrita con el método geostrófico, capaz de generar una aproximación del patrón la corrientes en el área de estudio (Tolmazin, 1985). Aunque se aplica en aguas abiertas, también se ha utilizado para describir la presencia estacional de remolinos en la parte norte del Golfo de California, donde las profundidades oscilan entre los 40 y 500 m (Carrillo *et al.,* 2002); y la presencia de surgencias durante el invierno en la plataforma continental chilena, donde la profundidad máxima es de 350 m (Moraga *et al.,* 2001).

Los resultados obtenidos muestran que la circulación sobre la plataforma continental del estado de Colima está relacionada con la orientación del talud continental y con la variación estacional, que se caracteriza por la formación de flujos contrapuestos que generan meandros y la presencia alternada de vórtices (ciclónicos/anticiclónicos) con diámetros variables entre ocho y 20 km. Durante el verano, aunque no se detectó la formación clara de vórtices, se presentaron las trayectorias semicíclicas más amplias de los meandros (hasta de 25 km); en este sentido, sobre la zona existen trabajos que señalan que en la capa de 0-100 m de profundidad, la temperatura y salinidad presentan fluctuaciones estacionales debidas a la evaporación, la precipitación y el calentamiento solar que propician la generación de radios de deformación baroclínica de 36 km en verano y 18 km en invierno; mientras que a lo largo del talud continental se reportan remolinos con diámetros de hasta 60 km durante el verano, que se desplazan desde el Golfo de Tehuantepec hasta Cabo Corrientes, hecho que se ve acentuado como resultado de la propagación de eventos de El Niño (Filonov *et al*., 2000; Zamudio *et al*., 2001).

El patrón local de circulación puede ser el principal mecanismo de fertilización de la región debido a que los vórtices y los frentes generan movimientos de surgencia o hundimiento a lo largo de la columna de agua, que influyen en la disponibilidad (recirculación) de nutrientes y, por ende, en la biomasa fitoplanctónica expresada en forma de clorofila-*a*. De manera similar a lo reportado por otros autores (Pond y Pickard, 1983; Brown *et al*., 1995), se encontró que en el centro de las perturbaciones anticiclónicas se presentaron bajas concentraciones de nutrientes y de clorofila-*a* relacionadas con movimientos convergentes, mientras que los remolinos ciclónicos se asociaron a movimientos divergentes que en su centro presentaron altas cantidades de nutrientes y clorofila-*a*.

Sin embargo, también se podría pensar que la fertilización en esta zona se relaciona con los aportes continentales, como se ha descrito en algunas zonas costeras cercanas a la desembocadura de grandes ríos o escorrentías urbanas de poblaciones con más de tres millones de habitantes, donde la abundancia de nutrientes llega a ser de un orden de magnitud más alta que en las aguas circundantes (Marchetti *et al.,* 1989; Justic *et al.*, 1995; Rabalais *et al.*, 1996; Olivos-Ortiz *et al.*, 2002). En el área de estudio los asentamientos urbanos más grandes se ubican en las bahías de Manzanillo y Barra de Navidad, que en conjunto agrupan a menos de 300 000 habitantes (INEGI, 2002), mientras que el aporte de agua dulce que se realiza a través de la Laguna de Cuyutlán es mínimo y la descarga de los ríos Marabasco, Armería y Coahuayana es de temporal y su caudal máximo no ha sobrepasado los 350 m^3 seg^{-1} en la última década (Ortiz, 2000). La influencia de estos aportes en la concentración de los nutrientes a lo largo del transecto interno probablemente es pequeña, ya que las comparaciones estadísticas realizadas no mostraron diferencias significativas entre transectos, lo que sería indicativo del efecto de los aportes continentales.

Conclusiones

Durante el periodo de estudio, los nutrientes fueron abundantes a lo largo de la columna de agua durante la primavera y el verano, lo que favoreció el aumento de la *chl-a* en este último periodo. Por otro lado, los aportes continentales representaron una influencia secundaria frente a los mecanismos de circulación en la distribución de nutrientes en la zona costera del estado de Colima.

Referencias bibliográficas

Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacifico Mexicano. En: M Lavín (ed.). *Contribución a la oceanografía física en México*. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana. pp. 99-113.

Brown, J., A. Colling, D. Prak, J. Phillips, D. Rothery y J. Wright. 1995. Ocean circulation. En: G. Bearman (ed.). *The oceanography course team*. Open University, Pergamon, England. 238p.

Carrillo L., M.F. Lavin y E. Palacios-Hernández. 2002. Seasonal evolution of the geostrophic circulation in the Northern Gulf of California. *Estuarine Coastal and Shelf Science,* 54:157-173.

Estrada, M. 1996. Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina,* 60(2):55-64.

Ferrier-Pagès, C. y F. Rassoulzadegan. 1994. Seasonal impact of the microzooplankton on pico-and nanoplankton growth rates in the northwest Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series,* 108:283-294.

Fiedler, P.C. 1994. Seasonal and inter annual variability of coastal zone color scanner phytoplankton pigments and winds in the eastern tropical Pacific. *Journal of Geophysical Research,* 99(9)18 371-18 384.

Fiedler, P.C. 2002. The annual cycle and biological effects of the Costa Rica Dome. *Deep Sea Research,* 49:321-338.

Fiedler, P.C., V. Philbrick y F.P. Chávez. 1991. Oceanic upwelling and productivity in the eastern tropical Pacific. *Limnology and Oceanography,* 36(8):1834-1850.

Filonov, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzon, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Season variability of the temperature and salinity fields in the coastal zone of the states of Jalisco and Colima Mexico. *Ciencias Marinas,* 26(2):303-321.

Grasshoff, K., M. Ehrhardt y K. Kremling. 1983. *Methods of seawater analysis*. 2, Verlag Chemie. Germany. 419p.

inegi. 2002. *Anuario estadístico del Estado de Colima*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México. 520p.

Justic, D., N.N. Rabalais, R.E. Turner y Q. Dortch. 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: Stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 40:339-356.

Lluch-Cota, S., S. Álvarez-Borrego, E.M. Santamaría-del Ángel, F.E. Müller-Karger y S. Hernández-Vázquez. 1997. The Gulf of Tehuantepec and adjacent areas: spatial and temporal variation of satellite-derived photosynthetic pigments. *Ciencias Marinas,* 23(3):329-340.

López-Sandoval, D.C. y A. Olivos-Ortiz. 2002. Comportamiento de nutrientes inorgánicos disueltos y su relación con la productividad primaria en las bahías de Santiago y Manzanillo, Col. (sep-2000-agosto 2001). *Memorias. XIII Congreso Nacional de Oceanografía*. 7-11 de octubre, Puerto Vallarta, México. pp. 78-80

Marchetti, R., A. Provini y G. Cosa. 1989. Nutrient load carried by the Po river into the Adriatic Sea, 1968-1987. *Marine Pollution Bulletin,* 20:168-172.

Maso, M., A. Sabates y M.P. Olivar. 1998. Short-term physical and biological variability in the shelf-slope region of the NW Mediterranean during the spring transition period. *Continental Shelf Research,* 18:661-675.

Meave del Castillo, M.E., M.E. Zamudio-Reséndiz, J. Aké-Castillo, S.L. Guerra-Martínez e I.F. Barboza-Ledezma. 2003. Biodiversity of diatom (Bacillariophyta) along the water column in the Mexican Pacific. En: M.T. Barreiro-Güemes, M.E. Meave del Castillo., M. Signoret-Poillon y M.G. Figueroa-Torres (eds.). *Planctología Mexicana*. UdeG, Guadalajara. pp. 43-83.

Moraga J., E. Valdebenito y J. Rutllant. 2001. Condiciones oceanográficas durante la fase de relajación de un evento de surgencia invernal frente a Punta Lengua de Vaca, Coquimbo. *Investigación Marina*, 29(1):59-71.

Müller-Karger, F.E. y C. Fuentes-Yaco. 2000. Characteristics of wind generated rings in the eastern tropical Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research,* 105(1):1271-1284.

Navarro-Rodriguez, M.C., S. Hernández-Vázquez, R. Funes-Rodríguez y R. Flores-Vargas. 2001. Distribución y abundancia de larvas de peces de las familias Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas,* 35(1):1-24.

Olivos-Ortiz, A., M. Maso-Agustina y J. Camp-Sancho. 2002. Continental runoff of nutrients and their possible influence over stoichiometric ratios (DIN:P:Si) in the northeastern Mediterranean waters of Spain (Catalan Sea). *Ciencias Marinas,* 28(4):393-406.

Olivos-Ortiz, A., S.I. Quijano-Scheggia, M.A. Galicia-Pérez, J.H. Gaviño-Rodríguez y J. Mora-Galindo. 2003. Influencia de los parámetros fisicoquímicos en la distribución de los principales grupos fitoplanctónicos en las costas del Estado de Colima durante el 2002. *Memoria. IX Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés*. 5-9 de mayo. La Paz, BCS. México. pp.62-63

Ortiz, G. 2000. *Administración del agua*. imta-Comisión Nacional del Agua, México. 159p.

Peña, A., M.R. Lewis y G. Harrison. 1990. Primary productivity and size structure of phytoplankton biomass on a transect in the equator at 135 °W in the Pacific Ocean. *Deep Sea Research,* 37:295-315.

Pond, S. y G.L Pickard. 1983. *Introductory dynamical oceanography*. Pergamon, eu. 329p.

Quijano-Scheggia, S.I., M.A. Galicia-Perez, A. Olivos-Ortiz, J.H. Gaviño-Rodríguez y J. Mora-Galindo. 2003. Distribución de los principales grupos fitoplanctónicos marinos en las costas del Estado de Colima y su relación con características físicoquímicas durante el año 2002. *Memorias. IV Congreso Mexicano de Ficología*. 7-11 de abril de 2003. Mérida, Yucatán. México. pp. 102-104.

Quijano, S.I. y A. Vidaurri, 1987. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y productividad primaria en las bahías y lagunas de Manzanillo. *Reporte interno*. iom-semar, Manzanillo, Col. 115p.

Rabalais, N.N., R.E. Turner, Q. Dortch, W.R. Wiseman y B.K.S. Gupta. 1996. Nutrient changes in the Mississippi river system responses on the adjacent shelf. *Estuarios*, 19(2):386-407.

Riley, J.P. y R. Chester.1989. *Introducción a la química marina*. agt, México. 459p.

Rodríguez, J., J. Tintore, J.T. Allen, J.M. Blanco, D. Gomis, A. Reul, J. Ruiz, V. Rodríguez, F. Echeverría y F. Jiménez-Gómez. 2001. Mesoscale vertical motion and the size structure of phytoplankton in the ocean. *Nature,* 410:360-3630.

Shen, L.S. 2001. Historical changes in nutrient structure and its influences on phytoplankton composition in Jiaozhou Bay. *Estuarine Coastal and Shelf Science,* 52:211-224.

Solórzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol hipoclorite method. *Limnology and Oceanography*, 14(5):799-801.

StatSoft Inc. 2000. *Statistical for Windows* (Computer program manual). Tulsa, OK. Email info@statsoft.com. Web: *http://www.statsoft.com.*

Strickland, J.D. y T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of sea water analysis*. Bull.167. Fish. Res. Bd. Canada, Canadá. 310p.

Trasviña, A., E.D. Barton, J. Brown, H.S. Velez, P.M. Kosro y R.L. Smith. 1995. Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: The asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research,* 100(10):649-663.

Tolmazin, D. 1985. *Elements of dynamical oceanography*. Allen & Unwin, eu. 287p.

Vázquez-Gutiérrez, F. Salvador-López, G. Ramírez-Álvarez, A. Turner-Garcés, M. Frausto-Castillo y H. Alexander-Valdez. 1998. La química del agua. En: M. Tapia-Garcia (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Uam-i, México. pp. 35-50.

Vidal, M. y C.A. Duarte. 2000. Nutrient accumulation at different supply rates in experimental Mediterranean planktonic communities. *Marine Ecology Progress Series,* 207:1-11.

Zamudio, L., A.P. Leonardi, S.D. Meyers y J.J. O'Brien. 2001. enso and eddies on the southwest coast of Mexico. *Geophysical Research Letters,* 28(1):13-16.

Zepeda-Gutiérrez, J.A. 1987. Estudio de las distribuciones de sedimentos bentónicos en las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima. *Reporte interno.* iom-semar, Manzanillo. 89p.

Caracterización y transporte de sedimentos en la Costa Norte de Colima

Alejandro O. Meyer Willerer[*]
Reynaldo Vargas Laue[**]
Marco Antonio Galicia Pérez[*]

Resumen

En noviembre y diciembre de 2001 se realizaron muestreos de sedimentos, medición de corrientes y de metales pesados en la zona de estudio denominada Playa El Coco, limitada por las coordenadas 104°36' y 104°42' O, 19°09' y 19°11' N. El sistema hidrográfico en esta región está influido principalmente por el río Marabasco. En este trabajo se describen la composición granulométrica y la concentración de 34 elementos en los sedimentos superficiales y su forma de transporte, desde la desembocadura del río Marabasco hasta Punta Graham. Los hallazgos durante la apertura de la boca del río Marabasco muestran que los sedimentos estuvieron formados principalmente por magnetita e ilmenita que contienen principalmente los elementos Fe y trazas de Co, Ni, Cu, Zn y Cr que fueron transportados por la corriente litoral hacia Punta Graham durante esta época del año. Sólo cuando la boca del río estuvo abierta, los sólidos de mayor tamaño y peso se sedimentaron en una zona de 500 m alrededor de ella; las arenas finas y las arcillas fueron transportadas por las corrientes fuertes que imperan en esa zona.

Palabras clave: transporte de sedimentos, costa de Colima, metales pesados, magnetita.

Introducción

La plataforma continental del Pacífico central mexicano presenta predominantemente sedimentos terrígenos, aportados por los sistemas fluviales que drenan la vertiente de la Sierra Madre Occidental, del Eje Volcánico y de la Sierra Madre del Sur formando barreras arenosas que en ciertos lugares conforman lagunas. Lankford (1977) menciona que existen alrededor de 180 lagunas costeras y estuarios en México; y que el Pacífico Centro y Sur de México es la tercera zona del país por la cantidad de cuerpos de agua de este tipo, ya que hay 40 lagunas y estuarios desde Nayarit hasta Chiapas. La superficie de estos cuerpos de agua representa alrededor de 20% del total nacional.

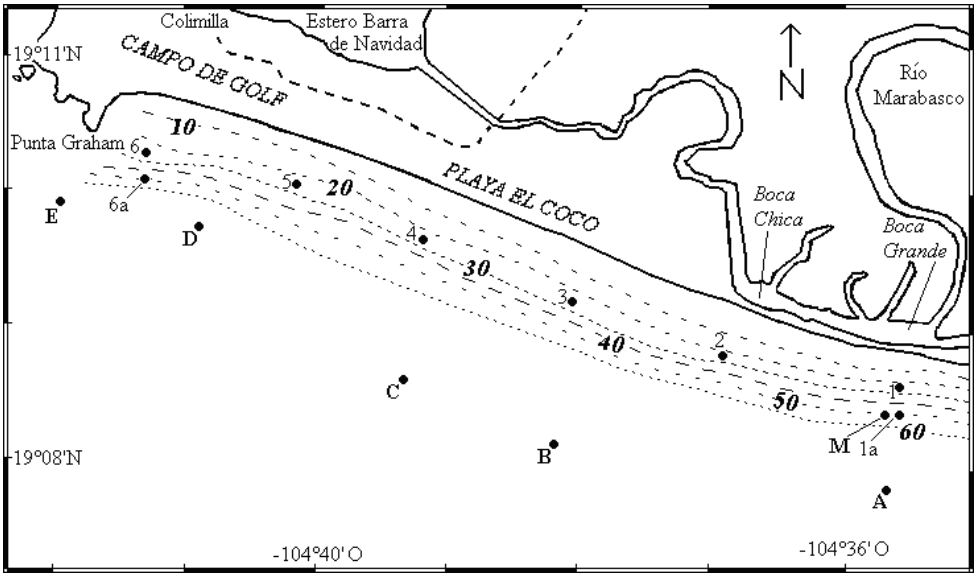
Este trabajo se realizó en la zona norte del estado de Colima, desde la desembocadura del río Marabasco hasta Punta Graham, limitada por las siguientes coordenadas: 104°36' y 104°42' Oeste, 19°09' y 19°11' Norte (Fig. 1). Se denomina Playa El Coco, a la barrera con dunas que separa el océano Pacífico de la laguna Barra de Navidad.

La plataforma, angosta en esta zona del océano Pacífico, está formada por sedimentos terrígenos de granulometría variada, procedentes de la sierra adyacente. Las playas, interrumpidas por rocas, delimitan las bahías y éstas presentan cuarzos, feldespatos, hornblendas, óxidos de hierro y escasos carbonatos (Marmolejo-Rodríguez *et al.*, 2004). El sistema hidrográfico en esta región está limitado por los ríos Lerma-Santiago al norte y el Balsas al sur. En la zona cercana se localiza el río Purificación al norte, el río Marabasco en la zona de estudio y al sur el río Armería y el Coahuayana (Comisión Nacional del Agua, 2001).

Entre los elementos aportados por los ríos se pueden mencionar los metales pesados y algunos otros, en forma de trazas, como los lantánidos. Algunos de estos elementos pueden ser tóxicos o, por el contrario, funcionar como micronutrientes, dependiendo de su naturaleza y su concentración (Förstner y Wittmann, 1979). En el agua, los metales pesados pueden formar soluciones, adherirse a partículas o formar parte de los minerales suspendidos que son arrastrados por las corrientes y alcanzar la zona costera, en donde se almacenan en forma temporal o permanente. La fre-

* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, km 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. 28860, México. Correo electrónico: ameyer@cgic.ucol.mx
** Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, km 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. 28860, México.

Figura 1
Localización del área de estudio de la boca del río Marabasco (estados de Colima y Jalisco)



En líneas puntuadas se muestran las isobatas en metros. Sitios de muestreo: 1 y 1a) Boca grande; 2) Boca chica; 3) Palmar; 4) Curva de carretera a Colimilla; 5) Ejido La Culebra; 6 y 6a) Campo de Golf.

cuencia con la que se aportan dichos metales depende de las características de la cuenca, de la industria o del sistema que esté contaminando. Por otro lado, la dispersión de dichos minerales en el medio marino puede deberse a las corrientes litorales y la marea de la zona afectada (Elliott *et al.*, 1985).

El estudio de sedimentos en el litoral es de interés, ya que contribuye al conocimiento de éstos y de los minerales presentes en las arenas, que pueden contener metales de importancia económica. Se han escrito varios trabajos relacionados con el estudio de sedimentos litorales en el Pacífico mexicano (Mee y Ortega, 1987; Carranza-Edwards *et al.*, 1988; Osuna-López *et al.*, 1989; Villaescusa-Celaya *et al.*, 1997; Muñoz-Barbosa *et al*., 2004) y en el Golfo de México (Páez-Osuna *et al*., 1987; Ayala-Castañares y Gutiérrez-Estrada, 1990). Sin embargo, los trabajos de este tipo en el estado de Colima son escasos y la mayoría es en la forma de reportes técnicos del Consorcio Minero Peña Colorada, que explota los yacimientos de magnetita en la cuenca del río Marabasco que fluye de la sierra El Mamey. En la década de los años setenta, cuando este compañía inició sus actividades en la zona, Lancín y Carranza-Edwards (1976) efectuaron un estudio de arenas negras de las playas de Santiago en Colima, cercanas a la zona de estudio. Ellos reportaron elevadas concentraciones de minerales ferrosos, principalmente magnetita y pirita, que le imparten el color negro brilloso a las arenas.

El objetivo principal de esta investigación fue conocer la composición granulométrica y química de los sedimentos superficiales y su forma de transporte desde la desembocadura del río Marabasco hasta la zona rocosa de Punta Graham. Otro objetivo fue describir el proceso de sedimentación cuando el flujo de este río llega al océano con gran cantidad de sedimentos acarreados y la distribución de las partículas ocasionada por la corriente litoral. Debido a la escasez de información sobre las características de la región, se realizó un estudio batimétrico de la zona, así como la medición de la corriente litoral durante dos fechas: el 9 de noviembre y el 8 de diciembre de 2001. Para la descripción de las formas de dispersión de las partículas sedimentarias sobre el fondo marino y a lo largo de la columna de agua, se realizaron dos experimentos colocando trampas de sedimentos a diferentes profundidades durante la apertura de la boca.

Métodos y materiales

Área de estudio

El sistema hidrográfico en esta región está influenciado principalmente por el río Marabasco de 64 km de longitud y un aforo de 5 $m^3 \cdot s^{-1}$ en la época de secas y 780 $m^3 \cdot s^{-1}$ durante la época de ciclones (Comisión Nacional del Agua, 2001). El río Marabasco proviene de

las sierras Manantlán, El Perote y El Mamey donde se encuentran la zona minera Peña Colorada y otras zonas ferrosas de importancia. Este río drena una vasta zona de pequeñas sierras deformadas tectónicamente de la parte sur de la Sierra Madre Occidental, el norte de la Sierra Madre del Sur y del occidente del Eje Neovolcánico, constituida de tobas y rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, por lo que se considera una zona interesante desde el punto de vista geológico. En la llanura costera de Cihuatlán, el río presenta una desembocadura grande que permanece cerrada la mayor parte del año ya que sólo se abre durante los escurrimientos fluviales extremos, como durante el paso de un huracán, o en forma artificial, para drenar las partes bajas del valle de Cihuatlán, una zona agrícola importante.

El clima de esta zona es tropical del tipo $Aw_{0,}$ según la clasificación de Köppen, modificada por García (1964); la temporada cálida se presenta de junio a octubre cuando la temperatura media es de 31.2 °C, mientras que el resto del año es de 23.0 °C. El régimen de lluvias es de verano y la precipitación pluvial promedio es de 800 mm·año^{-1}. Entre julio y octubre, los vientos soplan de dirección este-sureste con una intensidad promedio de 2 m·seg^{-1}, mientras que en invierno prevalecen los vientos perpendiculares a la costa con dirección oeste-noroeste con una intensidad de 1.5 m·seg^{-1} (Estación Meteorológica del Instituto Oceanográfico del Pacífico, Secretaría de Marina). Los ciclones que pasan cerca de la zona durante el verano ocasionan oleaje fuerte y dan lugar a cambios morfológicos de la playa y, además, casi siempre causan intensas lluvias que incrementan los caudales fluviales, los que a su vez rompen la barrera arenosa de la desembocadura del río Marabasco. En ocasiones, cuando se inunda la zona agrícola del Valle de Cihuatlán, se abre un canal artificial en el sitio conocido como Boca Grande, para drenar la zona. La apertura natural o artificial da lugar a un intercambio de masas de agua (una "pluma" de color café), de varios kilómetros de largo, en el océano. Este proceso provoca acarreo de sedimentos que están compuestos predominantemente de arenas con proporciones variables de limos y arcillas.

Entre la desembocadura del río Marabasco y Punta Graham se establecieron seis estaciones para realizar la toma de muestras de sedimentos, sobre una sección paralela a la costa. Las estaciones 1 (25 m de profundidad) y 1a (50 m de profundidad) se localizaron frente a la zona donde se ha abierto en forma natural o artificial la boca del río en los últimos cinco años. La estación 2 se ubicó en la localidad denominada Boca Chica, que permaneció cerrada durante el periodo de estudio. Las estaciones 3, 4 y 5 se situaron entre la boca abierta y la zona rocosa de Punta Graham. Las estaciones 6 (25 m de profundidad) y 6a (50 m de profundidad) se localizaron entre la playa El Coco y Punta Graham (Fig. 1)

Batimetría

La batimetría de la zona de estudio se realizó el 2 noviembre y fue determinada con una ecosonda portátil de lectura digital Speedtech 726806 y la posición con un GPS Magellan NAV-DLX-10. El sitio se delimitó por una malla con secciones ortogonales a la costa, tomando como referencia los puntos 1 al 6. La separación entre secciones fue de 1 800 metros y en cada una de ellas se midió la profundidad cada 150 metros. Se realizaron 70 sondeos en un período de dos horas y media. Las medidas fueron referenciadas al nivel medio del mar (nmm), por lo que se corrigieron con la ayuda de las tablas de predicción de mareas (Instituto de Geofísica, 2001). Los puntos de los sondeos fueron capturados en una carta náutica para su representación batimétrica.

La ubicación de cada uno de los 11 transectos (Fig.1) y de las estaciones oceanográficas se estableció con el aparato GPS.

Medición de corrientes

La velocidad y la dirección de la corriente se midieron en dos fechas: el 9 de noviembre y el 8 de diciembre de 2001. Se usaron boyas o flotadores, que se soltaron a diferentes profundidades, en este caso, se calculó el peso de los lastres ("muertos") en función de la fuerza de arrastre (intensidad del viento) que pudiera afectar el desplazamiento de los flotadores. Asimismo, se definió la longitud del cable que unió al "muerto" con la boya, más el necesario para la perfecta contención de éstos, de acuerdo con el nivel de marea que se presentó en el momento de la medición.

Los flotadores se soltaron en las estaciones 1 y 1a, frente a la desembocadura del río Marabasco y en las estaciones 6 y 6a, frente a Punta Graham (Fig. 1). Las corrientes se midieron simultáneamente en la superficie (0.3 m), a media profundidad (12.5 m en las estaciones 1 y 6; a 25 m en las estaciones 1a y 6a) y en el fondo (25 m en las estaciones 1 y 6; 50 m en las estaciones 1a y 6a). La posición de cada uno de los flotadores se determinó cada 30 minutos durante seis horas. Los datos se registraron en una bitácora de corrientes, donde se indicó la hora de medición, la dirección y el sentido. Por último, se obtuvo la velocidad promedio del desplazamiento del flotador dividiendo los desplazamientos calculados (X,Y), entre el intervalo de tiempo transcurrido desde el primer

lance del flotador hasta su recuperación. Los cálculos se hicieron con la siguiente fórmula (Montoya-Rodríguez *et al.*, 2003):

Ec. 1 $\overline{Vx} = \sum \overline{X}(\sum \Delta t)^{-1}$

Ec. 2 $\overline{V_Y} = \sum \overline{Y}(\sum \Delta t)^{-1}$

Ec. 3 $\overline{V}_t = (\overline{V^2}_X + \overline{V^2}_Y)^{1/2}$

Donde t, V_X, V_Y, y V_t, así como X e Y, significan:

Δt = intervalo de tiempo.
Vx = componente de la velocidad en dirección X.
Vy = componente de la velocidad en dirección Y.
Vt = velocidad promedio.

La velocidad calculada de esta manera representa una estimación de la velocidad promedio de todos los desplazamientos de los flotadores. No se efectuaron mediciones de viento.

La velocidad de la corriente se midió en las dos fechas antes mencionadas: 9 de noviembre, cuando las corrientes superficiales iban hacia el sureste, paralelas a la costa, y el 8 de diciembre de 2001 cuando iban en sentido contrario. Estas mediciones se realizaron con boyas que contaban con crucetas en las estaciones 1 y 1a frente a la desembocadura del río Marabasco y en las estaciones 6 y 6a frente a Punta Graham (Fig. 1). Las corrientes se midieron en la superficie, a media profundidad y en el fondo.

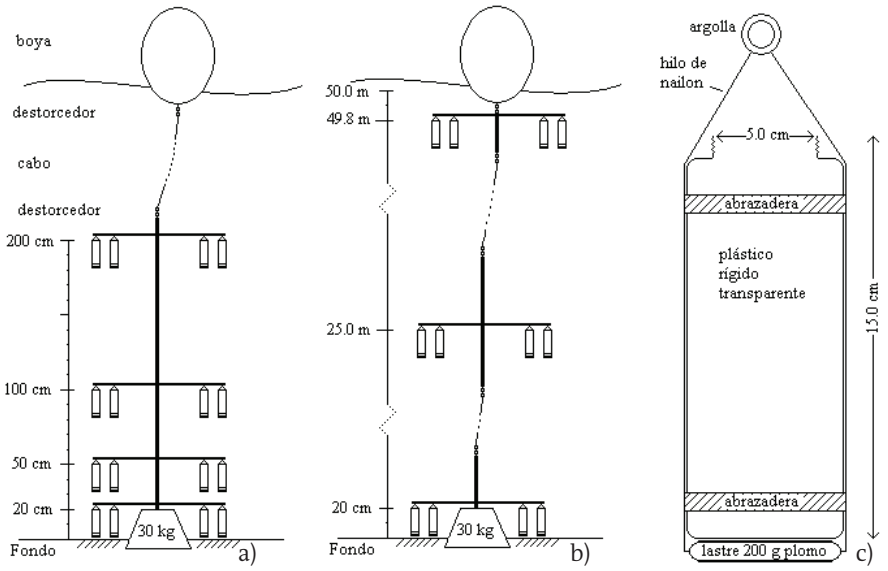
Transporte de sedimento submarino conociendo la corriente

Al mismo tiempo y en las mismas estaciones en las que se midió la corriente (1, 1a, 6 y 6a; Fig. 1), se colocaron trampas para la recolecta de sedimentos con ayuda de un lastre de 30 kg atado a una boya (Fig. 2a). Las trampas consistieron en frascos de 20 cm de largo con boca de 5 cm de diámetro (Fig. 2c), que se colocaron encima del lastre en forma vertical con la boca hacia arriba y a 0.2 m del fondo marino. El tiempo de residencia en el fondo marino fue de 1:15h a 1:30h (Montoya-Rodríguez *et al*., 2003).

Transporte de sedimento a diferentes alturas del fondo, sin descarga del río

El 15 de enero del año 2002, día en que permaneció cerrada la boca del río Marabasco, se colocaron trampas para sedimentos en el punto M (Fig. 1). El sistema de instalación fue similar al descrito en el párrafo anterior, aunque en este caso se colocaron por cuadruplicado a 0.2, 0.5, 1.0 y 2.0 m del fondo marino, donde permanecieron entre tres y cuatro horas (Fig. 2a).

Figura 2
Recolección de sedimentos con trampa



a) Sistema empleado cuando la boca del río permaneció cerrada. *b)* Sistema de recolección usado cuando la desembocadura estaba abierta. *c)* Frasco de plástico transparente rígido con rosca y lastre para retener los sedimentos.

Transporte de sedimento a diferentes alturas del fondo con la boca del río abierta

El 27 de octubre del 2002, día en que se abrió la boca del río Marabasco, se realizó un experimento similar al descrito en el párrafo anterior, con la intención de obtener las tasas de sedimentación del material proveniente del río, a lo largo de la columna de agua. Las trampas se colocaron por cuadruplicado a 0.2, 25 y 50 m del fondo y a 0.2 m de la superficie del mar (Fig. 2b), en el punto M (Fig. 1), donde permanecieron entre tres y cuatro horas.

Paralelamente a la colocación de trampas de sedimento en el punto M (Fig. 1), se midió la salinidad en partes por mil (‰) y la turbidez en unidades abiertas (0-1000) con un multímetro Horiba U-10; se consideraron las correcciones por el ángulo que formaba el cable debido a las corrientes imperantes durante el muestreo. Se extrajeron muestras de agua en el punto (A) a profundidades de 0.2, 1, 2, 3, 4, 5, 9.8, 18.9, 28.1, 35.5 y 43.2 m con una botella Niskin. Se filtró un litro de agua a través de membranas Millipore (0.45 μm de abertura de poro) y los sólidos retenidos fueron lavados con agua bidestilada y secados hasta peso constante a 105 °C, durante cuatro horas. Con los datos de turbidez y de sólidos filtrables se obtuvo una gráfica y una función matemática que permitiera transformar las lecturas de turbidez a sólidos filtrables ($mg \cdot l^{-1}$), realizadas en las estaciones A, B, C, D y E (Fig. 1).

Composición mineralógica de sedimentos superficiales y capturados en las trampas

Se obtuvieron muestras superficiales de sedimentos en diciembre del año 2001 al final de la época de lluvias, cuando la desembocadura del río Marabasco estaba abierta y en febrero del 2002 durante el periodo de sequía, cuando estaba cerrada, para determinar su composición mineralógica. Se recolectaron muestras en seis estaciones (1 a 6; Fig. 1) con ayuda de una draga tipo van Veen. Se utilizó el sedimento que no estaba en contacto con las paredes de la draga. Se tomaron porciones de aproximadamente 100 g y se colocaron en bolsas de plástico, que fueron debidamente rotuladas y transportadas en hielo al laboratorio en Manzanillo. Las muestras recolectadas con las trampas se lavaron con agua destilada, se secaron en una estufa a 105 °C, se pesaron y se dividieron en tres partes. La primer fracción se extrajo separando la magnetita con un imán (fracción compuesta de magnetita); la segunda se obtuvo incinerando el resto de la muestra a 550 °C durante una hora para eliminar la materia orgánica, cuyo peso se calculó por diferencia (fracción de materia orgánica); posteriormente, esa porción calcinada, pesada y enfriada, se tamizó con una malla de 40 μm de luz para separar la arena mediana de la fina junto con los limos y arcillas (fracción de arenas finas, limos y arcilla). Se calcularon los valores medios del peso de cada parte y su error estándar (ES).

Las muestras mineralógicas se observaron en el microscopio con luz polarizada y un imán adaptado a la platina, con el cual se pudieron reconocer los granos de magnetita. Se identificaron y contaron por lo menos 400 granos por muestra.

Composición química de los sedimentos superficiales

Se extrajeron muestras superficiales de sedimentos en sitios paralelos a la costa y a 25 m de profundidad con una draga tipo Van Veen. Los lugares de muestreo fueron seis: el primero se ubicó frente a la boca de la desembocadura del río Marabasco, mientras que la estación 6, frente a la Punta Graham (Fig. 1). Los sedimentos se extrajeron del centro de la draga abierta una vez recolectada la muestra, con ayuda de bolsas de plástico resellables previamente enjuagadas con ácido clorhídrico puro y agua bidestilada. Las porciones fueron secadas al sol por 48 horas, homogenizadas y tamizadas. Se separaron 0.5 g de cada muestra seca y posteriormente 20 mg de cada submuestra se pulverizaron en un mortero de ágata, para su análisis en un instrumento de activación neutrónica (INAA, flujo de neutrones térmicos 2.8×10^{13} $n \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2}$), acoplado a un espectrofotómetro de rayos gama (Nokia, Finlandia) con 4 096 canales y detector de alta resolución de Ge (Li). Todos los análisis se hicieron por duplicado (precisión >97%). Los materiales de referencia fueron los estándares de Sedimento estuarino, SRM 1646ª; de Sedimento marino contaminado, IAEA-356; de material de referencia SD-N-1/2 (IAEA); y los materiales geológicos estándares rusos utilizados en trabajos previos en Santa Rosalía, BCS (Shumilin *et al*., 2000b) y en la zona del presente estudio (Shumilin *et al.*, 2005). Estos materiales fueron tratados de la misma forma que las muestras, con el propósito de incrementar la precisión de los análisis. Los detalles de la técnica para la aplicación del INAA fueron descritos por Shumilin *et al*. (2000a).

Se efectuaron correlaciones lineales (al 95% de confianza) para estudiar la dependencia que existe entre la intensidad de las corrientes y la cantidad de sedimentos recolectada en las trampas; entre las diferentes fracciones; y entre la concentración de metales en el sustrato y la presencia de foraminíferos reportados en la zona.

Resultados

Batimetría

La batimetría se presenta en la *figura 1*, con isobatas cada cinco metros de profundidad; en esa figura se observa que las isolíneas son paralelas a la costa. Existe una zona menos profunda aledaña a la playa y entre las estaciones 1 y 4; y otra más profunda en la parte alejada de la costa, frente a los sitios 1 y 6, ubicados frente a la boca principal y Punta Graham, respectivamente (Fig.1).

Medición de corrientes

La dirección de las corrientes superficiales a lo largo de la costa fue de sureste a noroeste en diciembre y de noroeste a sureste en febrero. El rumbo y la intensidad de la corriente variaron a diferentes profundidades y entre las estaciones cercanas a la línea de la costa (1 y 6) y las más alejadas (1a y 6a). Por otra parte, salvo la estación 1, ubicada frente a la desembocadura, la intensidad de las corrientes del fondo marino fue menor que la de las superficiales. Los valores de dirección y de intensidad obtenidos se muestran en la *tabla 1*.

Transporte de sedimento submarino

Los datos obtenidos sobre los sedimentos de las estaciones 1, 1a, 6 y 6a se presentan en la *tabla 2*, donde se observan diferencias en el transporte de las fracciones que incluyen arcilla y arena fina y las de arena media entre los puntos de muestreo. La mayor cantidad de sedimento atrapado por unidad de área y tiempo se obtuvo en la estación 6, donde la corriente fue más rápida. Los coeficientes de correlación (r) resultantes del análisis entre la intensidad de las corrientes y la cantidad de cada fracción (arcilla, limos y arena fina, arena mediana, magnetita) fueron positivos pero muy bajos; (r entre 0.49 y 0.53, n=8, $p<0.05$). La correlación también fue positiva y pequeña entre la corriente del fondo y la materia orgánica que se sedimentó en los frascos ($r = 0.41$, n=8, $p<0.05$). Por otro lado, como la magnetita es parte de las arenas finas y medianas, la correlación entre estas fracciones fue muy elevada y positiva ($r = 0.95$ a 0.98, n=8, $p<0.05$).

Transporte de sedimento submarino a diferentes alturas del fondo, sin descarga del río

En la franja que se encuentra entre la desembocadura y la estación 4 (Fig. 1) se observó mayor aporte de sedimentos arenosos, aunque éste puede variar según la temporada y las corrientes.

Los valores de la *tabla 3* muestran que las corrientes cercanas al fondo marino tienen la capacidad suficiente para arrastrar partículas de sedimento. La mayor parte fue transportada a niveles relativamente cercanos al fondo, ya que a 0.2 m del fondo se recolectó 87.81% en peso de las partículas; a 0.5 m, 9.33%; a un metro, 2.57% y a dos metros, 0.33%. Los sedimentos más pequeños y de menor densidad, como las arcillas, fueron los más abundantes a una altura de 0.20 m sobre el fondo con 55.42%; seguidos por las arenas finas con 43.1%, mientras que la magnetita, más densa porque se presenta en forma de láminas, contribuyó con 1.1%; la materia orgánica estuvo casi ausente en la muestra obtenida a esta profundidad ya que sólo representó 0.34%. A 0.50 m sobre el fondo marino dominaron las arcillas (90.3%), seguidas de las arenas (8.91%) y la magnetita (0.8%). A un metro

Tabla 1
Velocidad de las corrientes frente a la Boca (estaciones 1 y 1a) del río y frente al Campo de Golf (6 y 6a) a diferentes profundidades y distancias de la línea de costa

Fecha	*Sitio*	*Profundidad del fondo (metros)*	*Corriente superficial ($cm \cdot s^{-1}$)*	*Dirección*	*Corriente media prof. ($cm \cdot s^{-1}$)*	*Dirección*	*Corriente Fondo ($cm \cdot s^{-1}$)*	*Dirección*
9 nov 01	1	25	4.2	ONO	5.0	SE	14.4	NON
	1a	50	12.1	SE	6.6	SO	5.8	O
	6	25	32.0	ENE	19.0	ESE	10.7	SSE
	6a	50	24.5	E	13.9	SE	6.4	SSE
8 dic 01	1	25	24.1	NO	17.8	ONO	21.9	ONO
	1a	50	28.9	NO	27.1	ONO	11.3	ONO
	6	25	19.2	NO	18.6	ONO	9.3	O
	6a	50	23.0	NNO	15.2	ONO	13.6	O

Tabla 2
Sedimentos recolectados* en trampas instaladas a 20 cm del fondo marino frente de la boca del río Marabasco y frente al Campo de Golf

Fecha	*Sitio*	*Prof. (m)*	*Materia orgánica*	*Arcilla + Arena fina*	*Arena mediana*	*Magnetita*
				(mg·cm^{-2} h^{-1})		
9 nov 01	1	25	1.26±0.15	5.21±0.93	1.59±0.25	1.06±0.16
	1a	50	0.20±0.03	0.95±0.20	0.71±0.12	0.14±0.02
	6	25	0.22±0.03	121.87±18.28	187.38±29.04	47.21±6.84
	6a	50	0.09±0.01	4.35±0.61	0.39±0.05	0.52±0.08
8 dic 01	1	25	0.78±0.12	4.52±0.85	1.56±0.25	0.38±0.07
	1a	50	1.40±0.25	32.51±5.36	25.48±3.31	1.58±0.25
	6	25	0.74±0.12	53.32±6.93	0.49±0.08	8.11±1.25
	6a	50	0.19±0.03	3.51±0.51	0.81±0.18	0.40±0.05

*Resultados son medias ± ES (n = 4).

Tabla 3
Sedimentos recolectados* en trampas colocadas a 20, 50, 100 y 200 cm del fondo marino instaladas frente al punto M (mapa en la figura 4) del río cuando no había comunicación con el mar (15 de enero de 2002)

Ubicación de las trampas sobre el fondo marino	*Materia orgánica*	*Arcilla + Arena fina*	*Arena mediana*	*Magnetita*	*Total*
			(mg·cm^{-2} h^{-1})		
20 cm	0.117 ± 0.014	18.917 ± 4.918	14.717 ± 1.839	0.382 ± 0.068	34.133
50 cm	-	3.275 ± 0.556	0.323 ± 0.045	0.029 ± 0.006	3.627
100 cm	-	0.969 ± 0.145	0.029 ± 0.003	-	0.998
200 cm	-	0.112 ± 0.021	-	-	0.112
		Porcentaje			
20 cm	0.34 ± 0.04	55.42 ± 14.41	43.12 ± 5.39	1.12 ± 0.20	87.81
50 cm	0.00	90.30 ± 15.33	8.91 ± 1.24	0.80 ± 0.16	9.33
100 cm	0.00	97.09 ± 14.53	2.91 ± 0.30	0.00	2.57
200 cm	0.00	100.00 ± 18.75	0.00	0.00	0.29

*Resultados son medias ± ES (n = 4).
(-) = no detectado

Tabla 4
Sedimentos recolectados* en trampas instaladas a 0.2, 25 y 50 m del fondo marino colocadas frente de la boca (punto M) del río cuando estuvo abierta la desembocadura (27 de octubre de 2002)

Ubicación de las trampas del fondo marino	*Materia orgánica*	*Arcilla + limo*	*Arena mediana*	*Magnetita*
		(mg·cm^{-2} h^{-1})		
0.2 m	0.313 ± 0.125	30.016 ± 8.420	21.351 ± 0.457	0.217 ± 0.039
25 m	0.120 ± 0.029	3.731 ± 1.002	5.946 ± 2.404	0.602 ± 0.084
50 m (Superficie)	0.048 ± 0.013	0.570 ± 0.247	0.433 ± 0.158	0.072 ± 0.016

*Resultados son medias ± ES (n = 4).

del fondo abundaron las arcillas con 97.1% y la arena fina sólo contribuyó con 2.9 por ciento.

Transporte de sedimento submarino a diferentes alturas del fondo con la boca del río abierta

El transporte de los sedimentos fue diferente cuando la boca del río estuvo abierta, como se observó el 26 de octubre del año 2002, cuando hubo un aporte considerable de sedimentos de la cuenca del río, por lo que la "pluma de turbidez" se extendió 30 km desde la desembocadura. Esta pluma estuvo formada principalmente de limos y arcillas. Al día siguiente (27 de octubre), mientras la boca permanecía abierta, se percibió que cerca de ésta (punto M, Fig.1), la mayor parte de los sedimentos fue atrapada en los recipientes colocados a 0.2 m del fondo marino (Tabla 4). En el sustrato se depositó 81.8%, mientras que a la mitad de la columna de agua (25 m sobre el fondo), la proporción fue de 16.4% y en la superficie de 1.8 por ciento.

Durante la apertura de la boca se midieron los parámetros de salinidad y sólidos filtrables en un transecto ubicado desde la estación A hasta la E (Fig. 1); allí se detectó una cuña de agua dulce de menos de un metro de profundidad, que se prolongó entre los sitios A y D. En la estación A se obtuvieron valores de salinidad menores a 20‰ en la superficie; en el punto B la concentración de esta variable se incrementó a 24.3‰ y en el E fue de 31.8‰. El contenido de sólidos filtrables fue elevado (240 $mg \cdot l^{-1}$) en la desembocadura (punto A de la Fig. 1). En la parte inferior de la pluma de sedimentos se detectó agua transparente, con menos de 2 $mg \cdot l^{-1}$ de sólidos, a sólo siete metros de la superficie. Las aguas ligeramente turbias (2 a 4 $mg \cdot l^{-1}$) se prolongaron desde el sitio A entre cinco y siete metros de profundidad hasta 43.2 m de profundidad en el punto E. En la *figura 3* se puede observar una zona, localizada entre las estaciones C y D, en donde se midieron cantidades elevadas de sólidos filtrables a mayores profundidades. En esta área se detectaron concentraciones altas de algunos elementos y minerales, según se describe en la sección sobre la composición química de los sedimentos.

Composición mineralógica de los sedimentos superficiales y recolectados en las trampas

Las muestras superficiales consistieron principalmente de arenas finas, limos y arcillas, arenas medias y, en menor proporción, de magnetita y materia orgánica. Las fracciones finas estuvieron compuestas por minerales pesados oscuros tales como hornblendas, magnetita, micas, hematita, ilmenita, piroxenos, leucoxenos, epidota y granate y por minerales claros formados por granos de cuarzo y feldespatos.

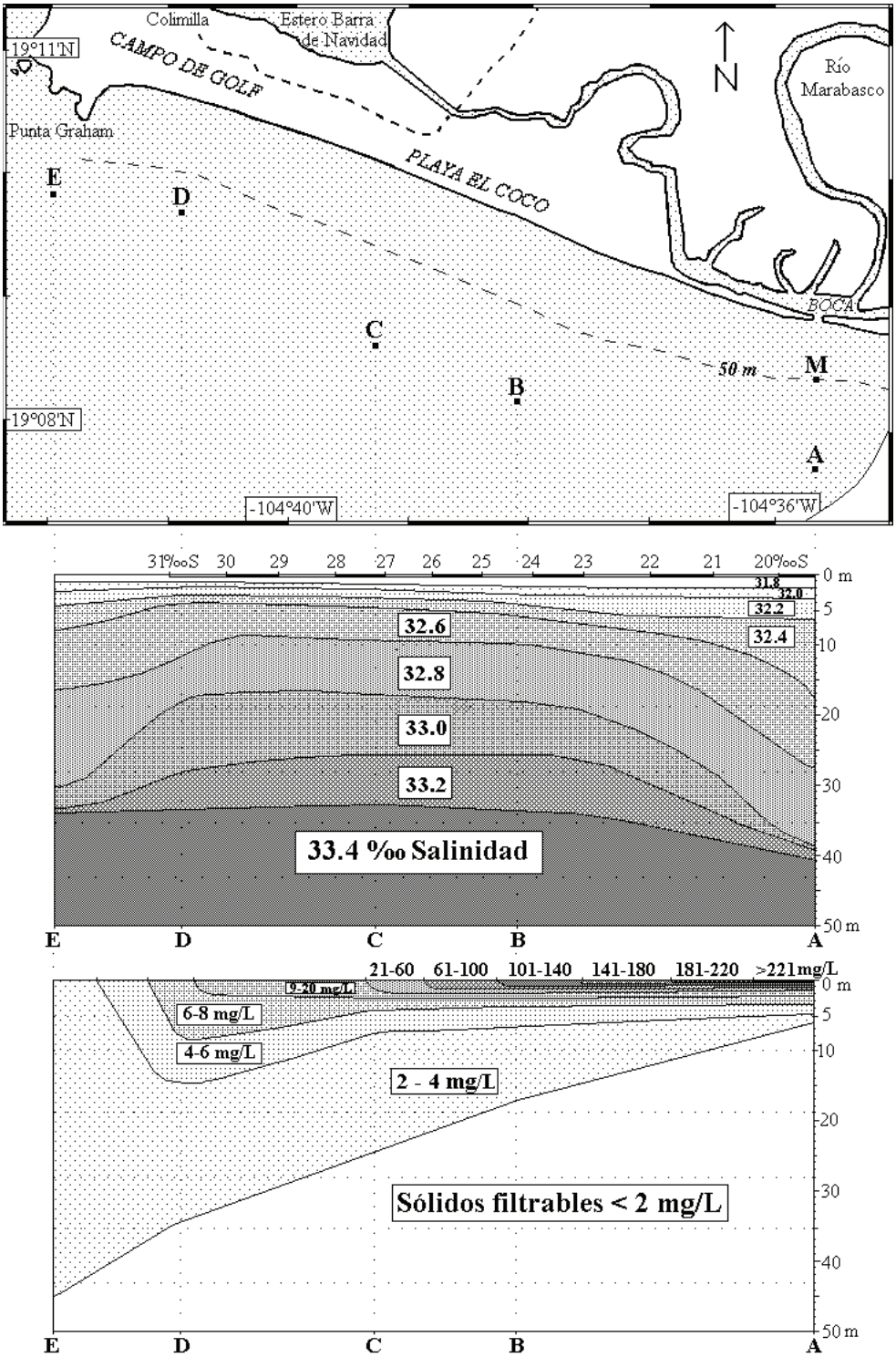
Los sedimentos en las trampas instaladas a 20 cm del fondo marino, frente de la boca del río Marabasco y Campo de Golf, se conformaron de arenas medias, arenas finas y arcillas y, en menor medida, de magnetita y materia orgánica. Se observaron diferencias entre estaciones, así como entre las fechas de muestreo. Si se considera a las corrientes que hubo en el momento de la recolección de muestras (Tabla 1) se observa, que cuando las corrientes fueron más intensas, se depositó mayor cantidad de arenas medianas en las trampas. La composición mineralógica de estos sedimentos fue, principalmente, magnetita, ilmenita y cuarzos.

Las observaciones visuales efectuadas a los sedimentos obtenidos con la draga, revelaron la ausencia casi total de organismos. En un trabajo de investigación en sedimentos de esta zona, Vargas-Laue (2002) encontró un número de foraminíferos por cm^3 varias veces menor al reportado en estudios realizados en otras regiones (Scott *et al*., 2001), lo cual atribuyó a la presencia de metales pesados, ya que fueron negativos los coeficientes de correlación obtenidos entre el contenido de Fe, Cr, Co, Zn, Pb, Ni y la abundancia de organismos vivos de las especies más abundantes. Sólo las concentraciones de algunos alcalinotérreos (Ca, Sr, Ba) presentaron correlaciones positivas significativas con el número de individuos vivos de *Rotorbinella cf. mira*, ya que el calcio forma parte de las testas de los foraminíferos (McCulloch, 1977). Vargas-Laue (2002) encontró gran cantidad de testas piritizadas, lo cual sugiere que estuvieron depositadas durante mucho tiempo en un medio rico en iones disulfuro y iones metálicos, especialmente Fe^{+2}. Él concluyó que la cantidad de metales pesados en sedimentos y aquellos biodisponibles a los organismos bentónicos, estuvieron en concentraciones subletales para algunos, y letales para otros, lo que explicaría las bajas diversidad y abundancia del bentos en el área de estudio. Estas bajas diversidad y abundancia no pudieron deberse a la presencia de pesticidas que se utilizan en los campos agrícolas del Valle de Cihuatlán, ya que mediciones realizadas por Marmolejo-Rodríguez (1999) no mostraron presencia de esas sustancias en el agua del río Marabasco y de la laguna de Barra de Navidad.

Composición química de sedimentos superficiales

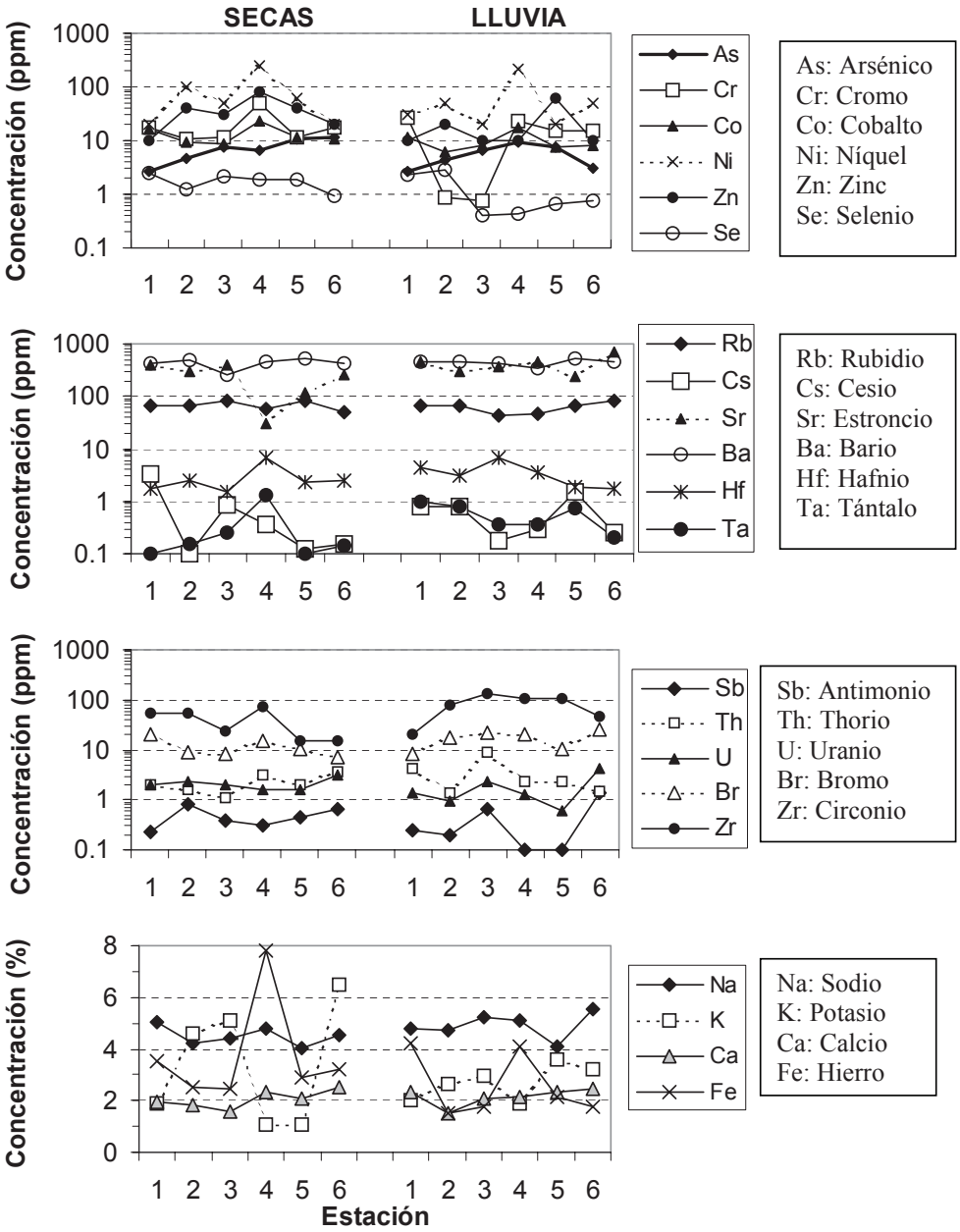
Los datos presentados en la *figura 4* muestran gran cantidad de hierro (Fe) y níquel (Ni) en el área de es-

Figura 3
Estaciones de muestreo de salinidad y sólidos filtrables frente a la desembocadura abierta del río Marabasco (27 octubre de 2002)



tudio, pero principalmente en la estación 4, en donde a su vez, disminuyeron el potasio (K) y el estroncio (Sr) en época de secas y aumentaron el cromo (Cr) y el cobalto (Co) en la de lluvias. Además, se detectaron ligeros incrementos de zirconio (Zr), tántalo (Ta), hafnio (Hf), cobalto (Co), cromo (Cr) y zinc (Zn) en ambas épocas. A lo largo del transecto desde la desembocadura hasta Punta Graham, el selenio (Se) disminuyó, tanto en temporada de lluvias como en la de secas, mientras que los elementos Rb, Ba y Br se mantuvieron en concentraciones constantes en ambos periodos, y los elementos As y U se incrementaron en ambas épocas. Estos resultados sugieren que existe un transporte selectivo de los diferentes minerales que depende de su densidad o de su estructura mineralógica.

Figura 4
Concentración de elementos abundantes (%) y no tan abundantes (ppm) en sedimentos extraídos frente a la Playa de Cocos

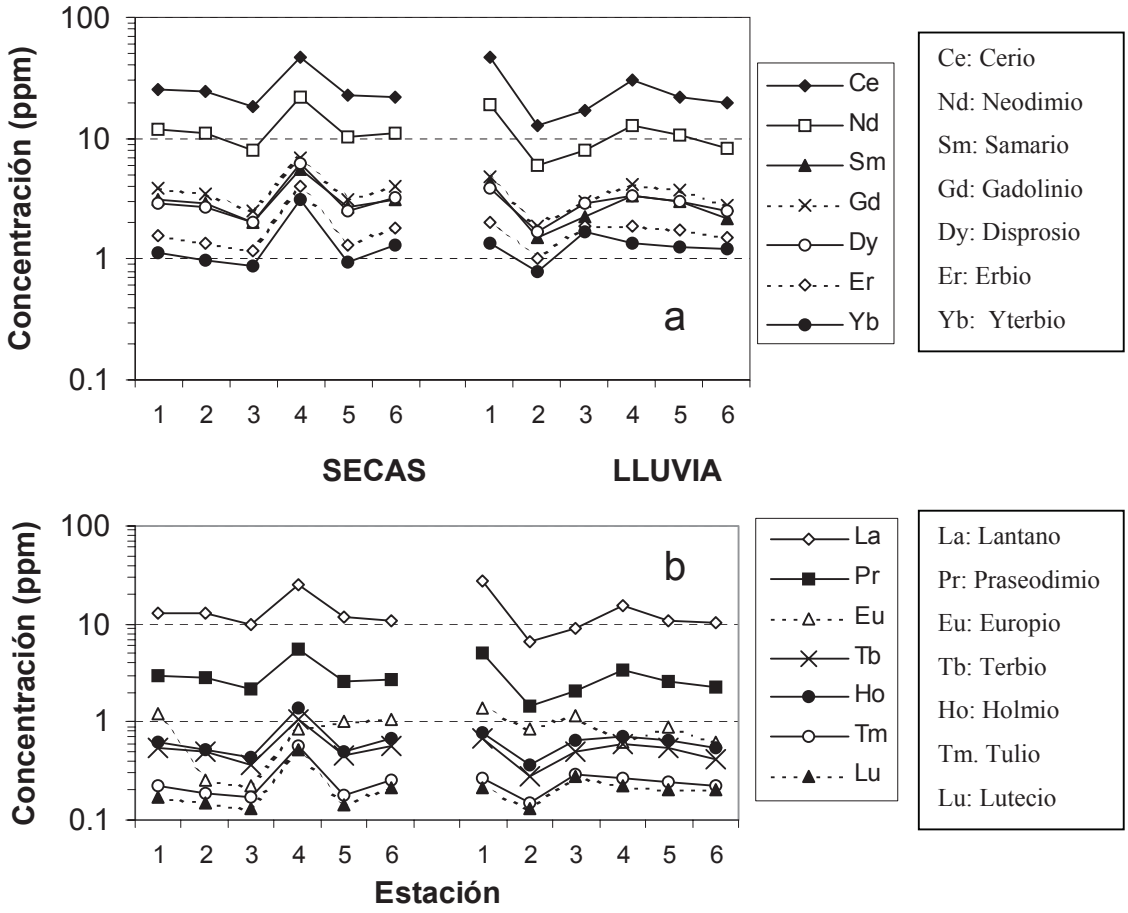


Las muestras se obtuvieron en diciembre de 2001 (final de la época de lluvias) y febrero de 2002 (época de secas).

Por otra parte, los lantánidos de número atómico impar (Fig. 5b) estuvieron en menor proporción (alrededor de 50%) que los de número atómico par (Fig. 5a), lo cual coincide con los resultados del trabajo de Wendt *et al*. (1999), por lo que la línea imaginaria en la gráfica de abundancia con respecto al número atómico (en orden ascendente) muestra la característica forma aserrada. Estos resultados indican que la composición de lantánidos en el área de estudio es similar a la de otras zonas. Estos elementos se acumulan a lo largo del río, ya que las concentraciones detectadas en el estuario de Barra de Navidad fueron el doble que las registradas en un punto ubicado 32 km río arriba (Meyer-Willerer[1] *et al*., 2002) y fueron semejantes a las de los sedimentos costeros. Este descubrimiento del enriquecimiento con lantánidos en los sedimentos se deberá tomar en cuenta, en el caso de utilizarse uno de estos elementos traza para marcar larvas de

1. Meyer-Willerer, A.O., N. Nikolayeva, A.J. Marmolejo-Rodríguez, A. Olivos-Otriz y E.N. Shumilin. 2002. Estructura mineralógica de los sedimentos superficiales del Río Marabasco y Estuario Barra de Navidad, México. Presentación. *II Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Limnología*. UNAM, México DF.

Figura 5
Concentración de lantánidos (ppm) en sedimentos extraídos frente a la Playa de Cocos



La fecha de extracción de las muestras se presenta en la *figura 4*. a) Lantánidos de número atómico par, b) Lantánidos de número atómico impar.

invertebrados marinos y estudiar su dispersión en el campo (Levin *et al*., 1993).

La concentración de los elementos en el área de estudio es semejante a la promedio en la corteza terrestre, con excepción del Fe, cuyo contenido es característico de una zona ferrosa, como la que se describe en el presente estudio, la que a su vez es similar a la zona minera descrita por Romero *et al.* (2003). La abundancia del Fe en la estación 4 en la época de secas (Fig. 2), supera ampliamente la media de la corteza terrestre que es de 5.63% (Taylor, 1964).

Otros elementos, como el Co, el Cr, el Ni y el Zn, exhibieron abundancias en formas similares a la presencia de Fe en forma de magnetita. El Co que acompaña al Fe muestra poco (estación 4 en ambas épocas) o ningún incremento (todas las demás estaciones) con respecto a la media en la corteza terrestre, que es de 25 $mg \cdot kg^{-1}$. En otros estudios realizados en la zona de influencia del río Marabasco se describe la presencia de magnetita asociada al elemento Co (Shumilin *et al.*, 2005). El Cr también abundó en la estación 4 en la época de secas, comparado con los demás sitios; sin embargo, no rebasó el promedio que se ha calculado para la corteza terrestre que es de 100 $mg \cdot kg^{-1}$. El Ni es el elemento que se presentó en algunos puntos de muestreo en una concentración mayor a la reportada para la corteza terrestre, que es de 75 $mg \cdot kg^{-1}$. Destaca la estación 4 en ambas épocas, con valores superiores a los 100 $mg \cdot kg^{-1}$, que probablemente afectan al bentos, ya que Vargas-Laue (2002) encontró una correlación negativa (–0.50 a –0.77, $n=6$, $p<0.05$) entre la abundancia de los foraminíferos *Rotorbinella sp., Cibicidoides sp., Schaferina sp,* y *Cibicides sp.* y la concentración de Ni. El Zn varió en forma similar al Ni en la época de secas; su abundancia promedio en la corteza terrestre es de 70 $mg \cdot kg^{-1}$, por lo que el valor obtenido en la estación 4 en la época de secas y en la 5 en la de lluvias, rebasó esa concentración en 10 y 20%, respectivamente. A diferencia del Ni, el Zn se correlacionó ligeramente en forma positiva, aunque no significativa, con la abundancia de individuos vivos de *Rotorbinella sp.* (+0.16 a +0.40, $n = 6$, $p>0.05$); otros elementos analizados incluyendo el Co, los lantánidos y los trans-uránidos, con excepción del Eu, se correlacionaron negativamente con las especies de foraminíferos mencionadas (Vargas-Laue, 2002). Estos microorganismos se encontraron en bajas cantidades y su diversidad fue pequeña, en comparación con otros sitios similares, probablemente debido a aportaciones antropogénicas (Scott y Mendioli, 1980). La posible causa de que la concentración de algunos metales sea mayor en la época de secas pudiera ser que éstos se encuentran en las fracciones arenosas de los sedimentos acarreados, de tal forma que con las lluvias torrenciales son transportados a la desembocadura, en donde se diluyen.

Discusión

La distribución de sedimentos en la zona se puede atribuir a la descarga intermitente de sedimentos de origen fluvial, al rumbo y la intensidad de las corrientes superficiales y de fondo, así como a la magnitud y la dirección del oleaje (Fredsøe y Deigaard, 1992) que en la zona estudiada fueron considerables (Román-Rodríguez, 2002). Otros fenómenos que pueden acentuar el efecto de estas variables son los huracanes que pasan cada año por esta zona del Pacífico central mexicano.

Las propiedades más importantes de los sedimentos con respecto a su transporte son el tamaño y la forma de la partícula, además de su gravedad específica (Fredsøe y Deigaard, 1992); dichas propiedades se ven reflejadas en los resultados del presente estudio. Éstos muestran que la mayor parte de los sedimentos acarreados por las corrientes fuertes del río se precipitó en una zona no muy lejana a la desembocadura, y que sólo los más finos fueron transportados por las corrientes marinas a varios kilómetros de la boca, por lo que se fueron depositando en forma gradual. Esto significa que existe gran dispersión de sedimentos muy finos y explica por qué en los sitios de muestreo a lo largo de la Playa El Coco (González-Chavarín y Meyer-Willerer, 2003) se encontraron principalmente arenas y baja concentración de arcillas. La boca permanece cerrada la mayor parte del año, por lo que el transporte de las partículas finas ocurre aun en estas condiciones. Si los granos de arena tienen un tamaño relativamente homogéneo, se dispersan más fácilmente si su densidad es menor y viceversa, lo que puede explicar el transporte selectivo de arenas, y las diferencias en la composición granulométrica de los sedimentos en distancias relativamente cortas, de aproximadamente 10 km, como la que existe entre los puntos A y E. Las corrientes fuertes se presentan principalmente durante la época de huracanes, siendo ésta la razón por la que las arenas se acumulan en dirección noroeste. El transporte de sedimento permite una distribución de partículas tal, que en la desembocadura se acumulan las partículas gruesas y forman un delta angosto pero alargado hacia el oeste entre las dos bocas y primariamente hasta los 10 m de profundidad (Fig. 1); las de menor tamaño se distribuyen a lo largo de la Costa y Playa del Coco.

En la laguna de Barra de Navidad, que se encuentra al norte de la zona de estudio, y que también recibe de agua del río Marabasco, las mayores concentra-

ciones de Fe, Co, Cr y Sc (escandio) se presentan en la parte baja de la laguna y la zona de manglares, lo que significa que existe un transporte de sedimentos selectivo, dependiente de la forma y la densidad de cada partícula (Shumilin *et al*. 2005). Esta selectividad de minerales, reportada también en el río Marabasco (Meyer-Willerer *et al*., 2002; Lutsarev *et al*., 2004), se refleja en la abundancia de algunos minerales en la estación 4 de este trabajo, que por su densidad mayor, pero de tamaño y forma específicos (Mehta, 1993), se precipitan principalmente en esa zona. Empero, esta forma de sedimentación y acarreo es diferente entre la época de lluvias y la de secas. Esta tendencia es más evidente en los minerales que contienen lantánidos, tanto en aquellos con número atómico par que son más abundantes, como en los de número atómico impar que están en menor concentración. A 0.2 m del fondo marino el transporte de partículas medianas y finas es considerable, incluso a 2.0 m sobre el fondo se detectó sedimento muy fino. La magnetita que se presenta en forma de placas, tiene gran superficie y un peso específico elevado, pero aun así es arrastrada por las corrientes a 0.5 m del fondo marino.

El aporte de sedimentos del río con minerales aprovechables puede ser interesante desde el punto de vista de la industria extractiva, ya que se acumulan cantidades de minerales en la parte terrestre de la boca (Shumilin *et al*., 2005), lo que en parte se ve reflejado en los resultados presentados, como lo es el caso del bario y estroncio (Fig.4) que se encuentran en los sedimentos superficiales en las inmediaciones de la desembocadura y en zonas no muy profundas cercanas a la costa. Las concentraciones determinadas en los análisis por INAA resaltan la importancia del hierro, bario y níquel, y en menor grado, del zirconio, cromo, cobalto y zinc en los sedimentos litorales que se localizan frente a la salida del río Marabasco.

Se debe señalar que la cantidad de los lantánidos frente a la desembocadura disminuye conforme aumenta el número atómico, tanto en los de número atómico par siendo el Ce el más ligero y el Yb el más pesado, como en los de número atómico non, en donde el lantano es el más ligero y el lutecio el más pesado. No se incluyó al Prometeo (número atómico 59), ya que es un elemento sintético. Esta disminución progresiva de la concentración de lantánidos con respecto al incremento de su número atómico aparentemente se presenta en lugares donde hay actividad volcánica (Davies y Macdonald, 1987). Cabe destacar que el contenido del Eu en las estaciones 2 y 3 durante la época de secas es excepcional, lo que puede ser un indicador de la selectividad del transporte de las partículas, hecho que se detectó en las trampas que se utilizaron y en las cuales se observaron fragmentos relativamente pesados de magnetita, que fueron recolectados incluso a 50 cm del fondo marino.

Los lantánidos mostraron un patrón de distribución muy homogéneo, salvo en el punto 4 en la época de secas, cuando se incrementó la concentración de la mayoría, con excepción del europio (Eu), cuyos valores más bajos fueron registrados durante el estiaje en las estaciones 2 y 3. La concentración del Eu se puede comparar con la de otras localidades como el Volcán de Fuego, localizado entre Colima y Jalisco (Verma y Luhr, 1993) y el Paricutín en Michoacán (McBirney *et al.,* 1987), ya que las cenizas de ambos volcanes tienen alrededor de 1 ppm de este elemento. Las cenizas de las erupciones del Volcán de Fuego algunas veces son transportadas por el viento desde el cráter hasta la zona en donde nace el río Marabasco, que se localiza a 40 km al oeste del cráter. En época de lluvias los sedimentos son acarreados por el agua del río hasta la desembocadura (Shumilin *et al.*, 2005).

Finalmente, no se descarta la presencia de otros metales, ya que se ha reportado la presencia de Pb, Cd, Cr, Cu, Co, As y Zn en sedimentos y material particulado en suspensión en las aguas del río Marabasco (Meyer-Willerer[3] *et al*., 2002; Marmolejo-Rodríguez *et al*., 2004; Shumilin *et al*., 2005). El mercurio está en concentraciones más bajas que las determinadas en promedio para la corteza terrestre (Meyer-Willerer *et al*., 2003). Por otro lado, se debe de evaluar también la presencia de minerales con metales pesados, que son tóxicos. En la presente sección de este estudio no se evaluaron los metales plomo y cadmio por medio de INAA, ya que no da resultados confiables para estos elementos.

Conclusiones

De la cuenca del río Marabasco proceden los minerales magnetita e ilmenita que abundan en los sedimentos frente a la desembocadura del río. La mayoría de los metales en los sedimentos se presenta en concentraciones que no rebasan los valores determinados para la corteza terrestre; sin embargo el Fe, el Co, el Cr, el Ni y el Zn se encuentran en mayor proporción en las estaciones de muestreo alejadas de la boca, por tanto estarían asociados a las partículas de menor tamaño que son transportadas por las corrientes dominantes. Las corrientes costeras dominantes en la zona transportan principalmente arcillas y arenas finas, que son movilizadas cerca del fondo marino, aun cuando la boca del río este cerrada; cuando ésta se abre, las partículas arrastradas por el río se sedimentan en forma selectiva por su forma y tamaño: las arenas pesadas se precipitan cerca de la abertura,

mientras que las arenas finas junto con la arcilla, son transportadas varios kilómetros por la corriente marina, lo que provoca acumulación de algunos minerales en zonas específicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Conacyt y al Fondo Dr. Ramón Álvarez Buylla de Aldana, de la Universidad de Colima por las contribuciones para realizar este estudio (Proyecto Conacyt 32462-T y Fondo Dr. R. Álvarez Buylla de Aldana 004, respectivamente). A los árbitros y revisores anónimos se les agradece por su valiosa contribución al efectuar comentarios y sugerencias que enriquecieron este artículo.

Referencias bibliográficas

Ayala-Castañares A. y M. Gutiérrez-Estrada. 1990. Morfología y sedimentos Superficiales de la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* unam, 17:163-190.

Carranza-Edwards A., L. Rosales-Hoz y R. Lozano-Santa Cruz. 1988. Estudio sedimentológico de playas del Estado de Oaxaca, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* unam, 15:23-38.

Comisión Nacional del Agua. *2001. Estudio sobre disponibilidad y balance hidráulico actualizado de aguas superficiales de la Región Hidrológica No. 16 C. Río Armería.* Altiplano de Ingeniería. México DF. pp. 84-105

Davies, G.R. y R. Macdonald. 1987. Crustal influences in the petrogenesis of the Naivasha Basalt-Comendite Complex: combined trace element and Sr-Nd-Pb isotope constraints. *J. Petrol.*, 28:1009-1031.

Elliott, N.G., R. Swain y D.A. Ritz. 1985. The influence of cyclic exposure on the accumulation of heavy metals by *Mytilus edulis*. *Mar. Environ. Res.,* 15:17-30.

Förstner, U. y G.T.W. Wittmann. 1979. *Metal pollution in the aquatic environment*. Springer Verlag, Berlin, Alemania. 486p.

Fredsøe, J. y R. Deigaard. 1992. *Mechanics of coastal sediment transport*. World Scientific Publishing, Singapur. 369p.

García, A.E. 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen.* Offset Larios, México DF. 71p.

González-Chavarín, I. y A.O. Meyer-Willerer. 2003. *Dinámica sedimentaria en playas adyacentes a la desembocadura del río Marabasco durante 2001*. Reporte Técnico, proyecto Conacyt 32462T, ceunivo, UdeC, Manzanillo, Colima. 9p.

Instituto de Geofísica. 2001. *Tablas de predicción de mareas. Puertos del Océano Pacífico*. unam, México, df. 397p.

Lancín, M. y A. Carranza-Edwards. 1976. Estudio geomorfológico de la bahía y de la playa de Santiago en Manzanillo, Colima. *Inst. Geol.* unam, 2:43-65.

Lankford, R.A. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and classification. En: M. Willey (ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press, ny, 11:183-215.

Levin, L.A., D. Huggett, P. Myers, T. Bridges y J. Weaver. 1993. Rare-earth tagging methods for the study of larval dispersal by marine invertebrates. *Limnol. Oceanogr.,* 38:346-360.

Lutsarev, S., A. Meyer-Willerer, E.N. Shumilin, A.J. Marmolejo-Rodríguez, D. Sapozhnikov, N. Nikolayeva y A. Derkachev. 2004. Iron ore minerals and some associated trace elements in sediments of a tropical estuarine system: Marabasco River-Barra de Navidad Lagoon, Colima, Mexico. *Abstract Seventh Workshop on Land Ocean Interactions in the Russian Arctic, LOIRA project.*, Moscú, Rusia, p.79-80.

Marmolejo-Rodríguez, A.J. 1999. *Determinación de plaguicidas organoclorados en camarón blanco adulto (*Penaeus vannamei*) cultivado en laboratorio*. Tesis Maestría en Acuacultura, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo, Col. 80p.

Marmolejo-Rodríguez, A.J., R. Prego, A. Meyer-Willerer y E. Choumiline. 2004. Valores de fondo y factores de enriquecimiento de Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn en el Estuario del Río Marabasco (México). *Memorias XII Seminario Ibérico de Química Marina,* Instituto Universitario de Medio Ambiente, Universidad de Coruña, Coruña, España. p. 87.

McBirney, A.R., H.P. Taylor y R.L. Armstrong. 1987. Paricutin re-examined: a classic example of crustal assimilation in calc-alkaline magma. *Contrib. Miner. Petrol.*, 95(1):4-20.

McCulloch, I. 1977. *Qualitative observations on recent foraminiferal Tests. Part III. With emphasis on the Eastern Pacifi*c. University of Southern California, Los Angeles, Ca., eu. 1079p.

Mee, L.D. y P. Ortega. 1987. Sedimentary pyrite in a tropical lagoon: Application of the diagenesis equation for calculating sedimentation rate, mean salinity and rate of pyritization. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. unam*, 14:197-206.

Mehta A.J. (Ed.). 1993. *Nearshore and estuarine cohesive sediment transport*. Coastal and Estuarine Studies Vol. 42. American Geophysical Union, Washington, dc. eu. 581p.

Meyer-Willerer, A.O., E.N. Shumilin, A.J. Marmolejo-Rodríguez, D. Sapozhnikov, N. Nikolayeva, Y. Sapozhnikov y S.V. Lutsarev. 2002. Iron and some associated trace metals in sediments of the tropical estuarine system (River Marabasco- the Barra de Navidad Lagoon). *Abstracts 7th International Estuarine Biogeochemistry Symposium*. Grimstad, Noruega. p.34.

Meyer-Willerer, A., F.S. Kot, E.N. Shumilin, S. Lutsarev y A.J. Marmolejo-Rodríguez. 2003. Mercury in bottom sediments of the tropical Rio Marabasco, its estuary, and Laguna de Navidad, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*., 70:1213-1219.

Montoya-Rodríguez, J.M., D.L. Ávila-Arzani, C.J. Quezada-Luna, A.B. Juárez-León. 2003. *Medición del transporte litoral mediante la técnica de trazadores fluorescentes*. Publicación Técnica No. 227. Instituto Mexicano del Transporte. sct. Sanfandila, Querétaro. 71p.

Muñoz-Barbosa, A., E.A. Gutiérrez-Galindo, J.A. Segovia-Zavala, F. Delgadillo-Hinojosa y G. Sandoval-Salazar. 2004. Trace metal enrichment in surface sediments of the northwest coast of Baja California, Mexico. *Mar. Poll. Bull.,* 48:596-603.

Osuna-López, J.I., F. Páez-Osuna, C. Marmolejo-Rivas y P. Ortega-Romero. 1989. Metales pesados disueltos y particulados en el Puerto de Mazatlán. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol*. *unam,* 16: 307-320.

Páez-Osuna, F., D. Valdés, H. Alexander, H. Fernández-Pérez y J.I. Osuna-López. 1987. Níquel y plomo en las fracciones disuelta y particulada del sistema fluvio-lagunar de Laguna de Términos, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. unam,* 14: 79-86.

Román-Rodríguez, A. 2002. *Análisis de perfiles de playa en la Costa Norte de Colima.* Trabajo de Investigación para la Titulación, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC., Manzanillo, Col. 143p.

Romero, L., H. Alonso, P. Campano, L. Fanfani, R. Cidu, C. Dadea, T. Keegan, I. Thornton y M. Farago. 2003. Arsenic enrichment in waters and sediments of the Rio Loa (Second Region, Chile). *Appl. Geochem*., 18:1399-1416.

Scott, D.B. y F.S. Medioli. 1980. *Quantitative studies of marsh foraminiferal distributions in Nova Scotia: Implications for sea-level studies*. Cushman Foundation of Foraminiferal Research, Special Publication, 17: 58p.

Scott, D.B., F.S. Medioli y C.T. Schafer. 2001. *Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators.* Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 177p.

Shumilin, E., S. Kalmykov, D. Saposhnikov, E. Nava-Sánchez, D. Gorsline, L. Godínez-Orta, Y. Saposhnikov, O. Holguín-Quiñones y A. Castañeda. 2000a. Major and trace element accumulation in coastal sediments along the southeastern Baja California studied by instrument neutron activation analysis and Pb-210 dating. *J. Radioanal. Nucl. Chem*., 246: 533-541.

Shumilin, E.N., A.O. Meyer-Willerer, A.J. Marmolejo-Rodríguez, O. Morton-Bermea, M.A. Galicia-Pérez, E. Hernández y G. González-Hernández. 2005. Iron, cadmium, chromium, copper, cobalt, lead and zinc distribution in the suspended particulate matter of the tropical Marabasco River and its estuary, Colima, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.,* 74:518-525.

Shumilin, E., G. Rodríguez-Figueroa, O. Morton-Bermea, E. Lounejeva-Baturina, E. Hernández y G.D. Rodríguez-Meza. 2000b. Anomalous trace element composition of coastal sediments near the copper mining district of Santa Rosalía, Peninsula of Baja California, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.,* 65:261-268.

Taylor, S.R. 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochim. Cosmochim. Acta,* 28:1273-1285.

Vargas-Laue, R. 2002. *Foraminíferos bentónicos como bioindicadores de metales pesados en sedimentos marinos frente al delta del río Marabasco*. Trabajo de Investigación para la Titulación, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC. Manzanillo, Col. 46p.

Verma, S.P. y J.F. Luhr. 1993. Sr-Nd-Pb isotope and trace element geochemistry of calc-alkaline andesites from Volcán Colima, Mexico. *Geofísica Internacional,* 32:617-631.

Villaescusa-Celaya, J.A., E.A. Gutiérrez-Galindo y G. Flores-Muñoz. 1997. Metales pesados en fracciones geoquímicas de sedimentos de la región fronteriza de Baja California, México y California, eua. *Ciencias Marinas*, 23:43-70.

Wendt, J.I., M. Regelous, Y. Niu, R. Hekinian y K.D. Collerson. 1999. Geochemistry of lavas from the Garrett Transform Fault: insights into mantle heterogeneity beneath the eastern Pacific. *Earth and Planetary Science Letters,* 173:45-63.

Ciclo anual de variables hidrobiológicas en el estuario Barra de Navidad, México

Alejandro O. Meyer Willerer[*]
B. Berenice Velázquez González[**]
Manuel Patiño Barragán[*]

Resumen

Se cuantificaron diez variables físicas y químicas, se identificaron y contaron los organismos planctónicos, así como el número más probable de coliformes totales en el estuario de Barra de Navidad, mensualmente, de julio de 2000 a junio de 2001, con objeto de describir la distribución de las variables. Las condiciones del estuario variaron entre las temporadas de lluvias y secas. La salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH fueron modificados por la entrada de agua dulce del río Marabasco y del agua marina proveniente de la Bahía Navidad. Los ortofosfatos fueron escasos; por el contrario, las concentraciones de los iones nitrato y amonio fueron elevadas. El fitoplancton fue abundante y la composición de especies varió en función de la salinidad: las cianofíceas y euglenofitas dominaron en la zona oligohalobia; las clorofíceas y dinoflagelados en la mesohalobia, y las diatomeas y el zooplancton en la polihalobia. La presencia de un número elevado de coliformes totales denota la influencia negativa de las actividades humanas, de no tratarse de manera apropiada en el futuro.

Palabras clave: Plancton, ciclo anual, estuario Barra de Navidad, nutrimentos.

Introducción

Una parte considerable de la costa de México está formada por estuarios y lagunas costeras (Lankford, 1977). Estos cuerpos de agua son zonas de transición entre los ríos y el océano, por lo que son ambientes someros, donde la amplitud de las variaciones de los factores físico-químicos, el aporte de agua dulce, la influencia de los sedimentos en la columna de agua y de las mareas, propician un hábitat muy dinámico y abierto (Kennish, 2000; Zedler, 2001). La fauna y la flora presentan alto grado de adaptación evolutiva debido a las presiones ambientales constantes, y por lo general son abundantes porque el aporte de nutrientes es elevado. En estos cuerpos de agua las interacciones ecológicas son tan importantes que se les debería considerar como reservas naturales (Nebel y Wright, 1998).

Los estuarios pueden ser divididos en tres zonas: *Estuario marino bajo*, que tiene conexión libre con el mar; *Estuario intermedio*, que es donde se lleva a cabo el mezclado más intenso de agua dulce y marina, y *Estuario alto o fluvial*, caracterizado por su alto contenido de agua dulce, pero cuyas variaciones de salinidad dependen de las mareas. Los límites entre estas zonas los marca el flujo del río (Kennish, 1986).

Los estuarios y las lagunas también son importantes desde el punto de vista económico porque son utilizados en actividades pesqueras, acuícolas, deportivas y paisajísticas. Son una fuente de recursos animales que sirven de alimento a los seres humanos, como son los bivalvos, crustáceos y peces. Por otro lado, las desembocaduras ocasionalmente son modificadas para ser utilizadas como zonas de recreación y para proteger las embarcaciones contra las inclemencias meteorológicas.

El estudio de lagunas costeras y estuarios en México fue relativamente escaso y puntual hasta los años setenta (Ayala-Castañares y Phleger, 1969). Y debido a la escasez de conocimientos sobre los recursos bióticos de esos cuerpos de agua, así como de sus condiciones hidrológicas, físico-químicas y geológicas, se propició la explotación irracional de algunas especies animales (De la Lanza-Espino, 1986).

[*] CEUNIVO, Universidad de Colima, km. 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. CP 28860; AP 300, Santiago, Col. CP 28860; ameyer@cgic.ucol.mx
[**] FACIMAR, Universidad de Colima, km. 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. CP 28860

Los trabajos de investigación realizados en las lagunas costeras y estuarios del Pacífico central mexicano no son muy numerosos cuando se compara con los de otras costas, sobre todo las del Golfo de México (Amezcua-Linares, 1996) y, en su mayoría, describen las particularidades de algunas especies o las características generales de ecosistemas determinados. Entre los que se han llevado a cabo en las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, cabe mencionar el estudio desarrollado en la Laguna Agua Dulce, Jal., en los años setenta y ochenta, para recabar datos meteorológicos y predecir el balance hidrológico con respecto a su salinidad (Ocegueda, 1980). A su vez, personal del Departamento de Pesca en los años setenta analizó el efecto de la construcción de una estructura que controlara la entrada de agua del río María García a la Laguna Agua Dulce y el estero Ermitaño (Departamento de Pesca, 1977a y b).

En el estuario Barra de Navidad, que se localiza entre los estados de Colima y Jalisco, los trabajos de investigación han sido escasos. Entre ellos está el emprendido por la compañía Turbana, que realizó estudios del suelo para la planificación de un complejo turístico (Dames y Moore, 1973); posteriormente, por medio de modelos numéricos, Fernández-Perea (1987) describió las corrientes en la laguna (ya modificada por las obras), resultantes tanto de la influencia de las mareas, como de los vientos dominantes. Otros autores analizaron el plancton, la productividad y la comunidad de invertebrados (Rodríguez, 1982; Rodríguez-Cajiga, 1985; Sandoval-Rojo *et al.*, 1988). También se efectuaron investigaciones sobre los crustáceos decápodos y su relación con el tipo de sustrato (Álvarez del Castillo, 1983; Hendrickx, 1989; Álvarez del Castillo *et al.*, 1992). Marmolejo-Rodríguez en 1999 examinó la posible presencia de plaguicidas organoclorados en camarones cultivados en el estuario, sobre la hipótesis de que estos compuestos eran arrastrados por el agua proveniente de la zona agrícola del Valle de Cihuatlán que desemboca la mayor parte del año en el estuario, pero esto no fue confirmado. Por otro lado, Llauger (1994), observó una disminución en la eclosión de nauplios de camarón *Penaeus vannamei* debida a la existencia de metales pesados.

Otros estudios afines a la presencia de metales pesados fueron los efectuados por Meyer-Willerer y colaboradores en 2003, quienes encontraron concentraciones de mercurio en los sedimentos, inferiores a la media calculada para la corteza terrestre. Sin embargo, en la columna de agua Shumilin *et al.* (2005), detectaron cantidades de algunos metales, como plomo, cadmio, cromo, cobre, cobalto y zinc, por encima de los valores establecidos en las norma para aguas de estuarios sobre material disuelto y particulado en suspensión.

Se desconoce si existen trabajos previos con información hidrológica de este cuerpo de agua, por lo que la presente contribución pretende dar a conocer algunos de los aspectos más relevantes sobre el estuario Barra de Navidad. Se comparan los datos de variables tales como la profundidad, los factores físico-químicos, de comunidades planctónicas, y bacteriológicos registrados en la temporada de lluvias (julio a noviembre 2000) y en la época de secas (diciembre 2000 a junio 2001) con el objetivo de presentar, por primera vez, información de un ciclo anual de este estuario eutroficado por la entrada de nutrimentos y modificado por la construcción de un canal por el que ingresa agua dulce proveniente del río Marabasco (Velázquez-González, 2001).

Métodos y materiales

Área de estudio

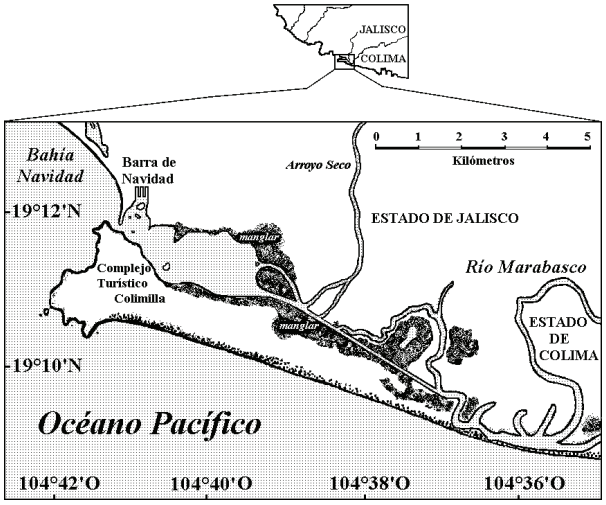
El estuario Barra de Navidad se localiza en la costa sur del estado de Jalisco y en la costa norte del estado de Colima, entre las coordenadas geográficas 19°10'51" y 19°12'10" N y 104°39'14" y 104°41'08" O; su eje principal mide 3.6 km de longitud y tiene una dirección noroeste–sureste, por lo que está orientado de manera paralela al océano Pacífico. Su forma asemeja un paralelepípedo y puede dividirse en tres sectores cortados por medio de penínsulas: el sector marino, el más profundo, y adyacente a la boca con dos islas naturales, la de los Puercos y el Alacrán, y una artificial formada para dar acceso a un embarcadero; el sector central entre las dos penínsulas, cuya parte más angosta, de 160 m de longitud, fue formada artificialmente por medio de relleno y la otra península, que forma la Punta las Cuestitas, mide 750 m en su parte más estrecha; y el sector somero en el Este por donde entra el agua dulce. Este último, tiene una parte amplia de entre 1.25 y 1.37 km de ancho y una isla natural, la Tepelolote (Figs. 1 y 2).

La superficie del estuario es de 367.4 hectáreas, si bien fluctúa continuamente debido a la marea. Este cuerpo de agua posee una comunicación continua con la Bahía Navidad por el noroeste, mientras que el aporte del río Marabasco se realiza a través de un ramal de éste, que ingresa por el lado centro-oriental y de un canal artificial construido con el propósito de controlar los problemas de hipersalinidad, que desemboca por el sureste del estuario.

Este canal es bloqueado esporádicamente por el material proveniente del Arroyo Seco. Por otro

lado, el estuario es alimentado continuamente por las aguas negras tratadas y no tratadas de la población de Barra de Navidad, que se localiza al noroeste del estuario, sobre la barrera de arena que lo separa de la bahía, y del consorcio turístico que se ubica al norte del poblado de Colimilla. En el periodo de estudio, el agua dulce sólo fluyó hacia el estuario en época de sequía; mientras que en la de lluvias el salió, en una ocasión, por una boca que se abrió directamente al océano Pacífico, y por el canal, hacia el estuario.

Figura 1
Localización del área de estudio incluyendo al Río Marabasco y Arroyo Seco



El clima que se presenta en la región es tropical sub-húmedo de tipo (Aw) con temperatura promedio de 26.4 °C (García, 1973). El mes más frío es febrero con 20.2 °C y el más cálido es julio con 31.6 °C. Las lluvias son torrenciales en los meses de mayo a noviembre con una precipitación máxima de 400 mm en septiembre y el promedio total anual es de 1 200 mm. Los vientos dominantes provienen del Suroeste, aunque varían un poco en dirección e intensidad en invierno.

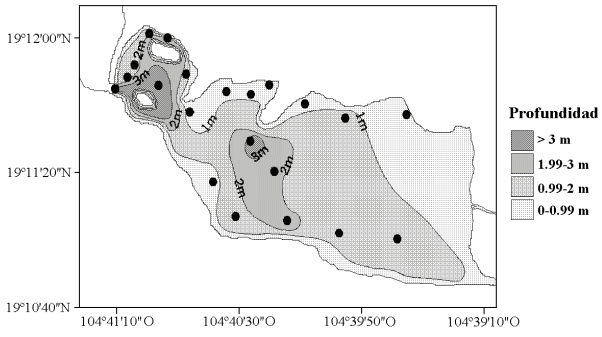
La cuenca del río Marabasco incluye parte de las sierras de Mamey, Manantlán y el Perote. Este río, de tan sólo 60 km de longitud, acarrea nutrimentos y sedimentos que contribuyen al azolvamiento del estuario. Con frecuencia se abre una "boca" que comunica directamente al río Marabasco con el océano Pacífico, esto puede ocurrir en forma natural, durante la temporada de lluvias y huracanes, o en forma artificial, para controlar el nivel del agua en la parte baja del valle de Cihuatlán, que es una zona agrícola (ver algunos efectos de este evento en el trabajo de Meyer *et al.*, en este mismo libro). Cuando se abre esta desembocadura, la cantidad de agua que llega al estuario es mucho menor que cuando está cerrada.

El régimen de mareas en la zona de estudio es mixto, con dos pleamares y dos bajamares diarias (De la Lanza-Espino, 1991). Los patrones de la corriente oceánica en la zona se pueden deducir a partir de los definidos por Wyrtki (1965) para el océano Pacífico oriental. Entre agosto y diciembre, la corriente Ecuatorial, regida por los vientos dominantes, fluye del Sureste. En invierno se hace presente la corriente de California, que se dirige hacia el Sur con una velocidad de 15 cm·seg^{-1}. En primavera se forma la zona de convergencia intertropical que da origen a corrientes con una velocidad de 20 cm·seg^{-1} que fluyen hacia el Norte.

Diseño de muestreo

El estuario se dividió en cinco zonas para su estudio, en función de la salinidad: zona de entrada del agua del río; zona con características estuarinas, donde se realizan los procesos de mezcla del agua dulce y marina; zona intermedia; la boca, con gran influencia oceánica y adyacente a los poblados de Barra de Navidad (Jalisco) y Colimilla (Colima), y la bahía. En el estuario se estableció una red de 21 estaciones para las determinaciones de las variables físicas y químicas: cuatro en la zona somera de mezcla del agua dulce proveniente del río a través del canal y del río, con el agua marina, diez en la zona intermedia y siete en la boca (Fig. 2). Además se establecieron dos estaciones en la Bahía Navidad. Las mediciones de la profundidad se realizaron en siete puntos por zona, en noviembre de 2001 (N = 35) y ocho sitios por zona, en febrero de 2002 (N = 40), seleccionados de acuerdo con los criterios de Shumilin *et al.* (2005).

Figura 2
Localización de las estaciones para la medición de variables físicas y químicas, obtención de muestras de agua y medición de la profundidad media del estuario Barra de Navidad



Para la identificación del fitoplancton en las diferentes zonas de la cuenca y estuario, se establecieron tres estaciones sobre el río Marabasco, en la montaña (en el puente de Minatitlán, Colima; en el puente de Peña Colorada, Colima; a mitad del río en el puente Manzanillo-Chacala), cuatro en el valle de Cihuatlán (en el poblado El Charco, Colima; en el puente de Cihuatlán, Jalisco; en el poblado El Centinela, Colima y en el delta del río), dos estaciones en el canal (en el puente hacia Colimilla y por el estuario), dos estaciones en la parte somera del estuario, dos en la zona intermedia del estuario, dos estaciones en la boca del estuario y dos en la Bahía Navidad.

Para la medición de la profundidad del estuario y la zona de manglares se utilizó una lancha con motor fuera de borda y una panga pequeña, que permitiera el acceso a las partes más someras, donde desembocan el río y el canal. Las determinaciones se efectuaron en el periodo de pleamar durante las mareas muertas de octubre de 2000. La profundidad se determinó con un equipo ecosonda portátil marca Sonar que permite medir la profundidad con 0.1 pie de precisión. Las correcciones por marea se hicieron con las tablas de la UNAM y efectuando una interpolación entre los valores del Puerto de Manzanillo y los de Puerto Vallarta.

Los muestreos hidrológicos y biológicos se realizaron mensualmente, durante un ciclo anual (julio 2000–junio 2001). Las mediciones se realizaron durante la pleamar de las mareas muertas para que la profundidad en las estaciones fuera similar y de esta manera poder comparar los diferentes muestreos. En cada una de las estaciones de trabajo se llevaron a cabo mediciones en la superficie (0.15 m) y el fondo con un multímetro marca Horiba modelo U-10 con 50 m de cable, excepto en el caso del oxígeno disuelto, que se determinó cada 0.5 m. Este aparato mide las siguientes variables: temperatura (±0.1 °C de precisión), salinidad (0.01% de asiduidad, calibrado con agua destilada y estándar), potencial de hidrógeno (0.01 unidades de precisión, calibrado con soluciones patrón antes de cada muestreo), oxígeno disuelto (±0.01 $mg \cdot l^{-1}$ precisión, calibrado antes de cada salida a campo contra aire) y turbidez (unidades relativas en una escala de 0 a 1 000, el cero fue calibrado con agua destilada y el 1 000, bloqueando el paso de luz de la fuente). Las unidades relativas de turbidez se transformaron a valores de sólidos disueltos ($mg \cdot l^{-1}$), a partir de una curva de calibración que se construyó con los datos obtenidos de muestras de agua colectadas en el estuario y filtradas a través de membranas Millipore de 0.47 μm de diámetro de poro, que posteriormente fueron lavadas para eliminar las sales solubles y secadas hasta que el peso se mantuviera constante. Las muestras fueron seleccionadas para construir una escala de 10 valores que va desde *Muy pocos sólidos* (dos unidades relativas) hasta *Gran cantidad de sólidos* (430 unidades relativas correspondientes a 54 $mg \cdot l^{-1}$).

El porcentaje de saturación de oxígeno se obtuvo midiendo con un oxímetro marca YSI, modelo 53. El disco de Secchi no se utilizó porque la mayoría de las lecturas fue de aproximadamente 0.10 m en la zona somera del estuario.

Las muestras de agua para la determinación de nutrientes, que se obtuvieron con una botella Van-Dorn de cinco litros de capacidad, se almacenaron en botellas de plástico de un litro de capacidad, sobre hielo. Se procuró que no transcurriera más de cuatro horas desde la toma de la primera muestra, hasta su procesamiento en el laboratorio. Las muestras fueron filtradas con una membrana Millipore lavada previamente. Los iones analizados fueron amonio ($N\text{-}NH_4^+$), nitritos ($N\text{-}NO_2^-$), nitratos ($N\text{-}NO_3^-$), ortofosfatos ($P\text{-}PO_4^{3-}$) y silicatos ($Si\text{-}SiO_3^{2-}$), los cuales fueron cuantificados en un autoanalizador marca Skalar (San Plus System) con cuatro canales paralelos, que emplea las técnicas descritas por Strickland y Parsons (1972), modificadas. Las muestras se diluyeron (en proporción 1:10) en forma automática hasta alcanzar concentraciones que pudieran ser evaluadas con las curvas estándar elaboradas previamente. Para eliminar las posibles interferencias, consecuencia de las fluctuaciones de salinidad, las diluciones se efectuaron con agua de mar sintética preparada para cada muestra como referencia. Los datos obtenidos por quintuplicado se promediaron y se transformaron a μg átomos por litro ($\mu g\text{-}at \cdot l^{-1}$) para poder sumar los iones que contienen nitrógeno (amonio, nitritos y nitratos) y calcular el índice N:P.

La otra fracción del agua colectada con la botella Van-Dorn se guardó en un frasco de plástico de cuatro litros de capacidad, al que se adicionó formol a 5% neutralizado con tetraborato de sodio para conservar el plancton. Una vez en el laboratorio se procedió al análisis de las muestras con el método de Utermöhl (Utermöhl, 1958; Margalef, 1983). Los conteos se efectuaron con la ayuda de un microscopio invertido marca American Optical, modelo Micro Star y una cámara de sedimentación de 10 ml. La identificación y la cuantificación de géneros y especies se llevaron a cabo mediante el uso de claves taxonómicas de fitoplancton (Moreno *et al.*, 1996; Streble y Krauter, 1987; Palomares-García *et al.*, 1998; Licea-Durán *et al.*, 1995) de diatomeas (Pankow, 1990; Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b) y de zooplancton (Streble y Krauter, 1987). Para la identificación de las diatomeas, las muestras fueron sometidas

a una digestión con ácido sulfúrico y permanganato de potasio, neutralizando con ácido oxálico, posteriormente se montaron sobre cubreobjetos con la inclusión de Gum Storax, marca Sigma, para obtener una mejor resolución. En un microscopio óptico marca Leica, modelo ICCA, se procedió a la identificación y cuantificación relativa de un número mínimo de 300 diatomeas (preferentemente hasta 400) por preparación. Se efectuaron correlaciones no paramétricas de Spearman ($p = 0.05$) entre la abundancia porcentual de las 22 diatomeas más numerosas y siempre presentes en el estuario, para determinar las asociaciones fitoplanctónicas, tanto en época de lluvias, como en la de secas. Una vez obtenidos los coeficientes de correlación *r* de cada uno de los pares, se agruparon en rangos de valores ($r = 0.30$-0.39; $r = 0.40$-0.49; $r = 0.50$-0.59; $r = 0.60$-0.69; $r > 0.70$).

Las asociaciones que se obtuvieron con coeficientes $r = 0.60$-0.69 o mayores a 0.70, agruparon a aquellas especies de diatomeas que viven en agua marina (eurihalinas–polihalobias), agua dulce a salobre (eurihalinas–oligohalobias) y aquellas que subsisten en concentraciones de sal bajas a intermedias (mesohalobias) según Pankow, (1990). Para la determinación de coliformes totales se utilizó la técnica del Número Más Probable (NMP) según APHA-AWWA-WPCF (1992), con frascos de vidrio esterilizados de 0.5 l de capacidad, que se abrían justo en el momento de la toma de muestra. Éstas se guardaban sobre hielo hasta su siembra. El tiempo máximo que transcurría entre la toma de la muestra y su procesamiento fue de dos horas. El proceso se hizo por quintuplicado. También se obtuvieron muestras de agua del río en los poblados de Cihuatlán y El Centinela para observar si había aportación de coliformes.

Los análisis estadísticos de los resultados fueron efectuados con *software* para computadoras personales (Statistica versión 5.1, 2000). La distribución espacial de las variables físico-químicos, nutrientes y del plancton fue graficada con el programa Surfer-7 (1999).

Resultados y discusión

Factores hidrológicos

pH (mínimo 7.93; máximo 8.41)

El pH mostró un gradiente horizontal desde la zona de entrada de agua dulce, hasta la desembocadura con la bahía en la superficie y en el fondo. Se detectaron ligeras diferencias entre la época de lluvia (7.90–8.29 en septiembre 2000), cuando el aporte de agua del río fue mayor, y la de secas (7.90–8.39 en enero 2001), cuando la influencia del agua marina fue más grande. El pH fue más bajo en la época de secas en el fondo del centro del estuario y en el vaso más pequeño, que se comunica con la bahía, sobre todo en la zona aledaña al poblado de Barra de Navidad en donde hay descargas de aguas negras (Fig. 3, época de lluvias; Fig. 4, época de secas). Sin embargo, los valores medidos están dentro del intervalo (6.5 a 8.25 unidades) que permite una actividad biológica apropiada (Mandelli y Vázquez-Botello, 1976).

Salinidad (mínimo 20.5 ups–máximo 34.1 ups)

La salinidad fue elevada y homogénea (31.0–33.9 ups) en todo el estero en el mes de septiembre del 2000, debido principalmente a que el canal que aporta agua dulce del río Marabasco (Fig. 1) fue cerrado por el acarreo de sedimento del Arroyo Seco a principios de ese mes. En enero de 2001 el canal fue dragado y el agua dulce pudo fluir otra vez al estuario, por lo que en la época de secas se formó un gradiente de salinidad desde la entrada de agua dulce hacia la boca, que alcanzó valores mínimos de 20.5 ups en la superficie, en la zona de mezcla del agua del canal con el estuario, y valores máximos de 34.1 ups tanto en la boca como en la Bahía Navidad.

Temperatura (mínimo 21.1 °C en el fondo; máximo 30.6 °C en la superficie)

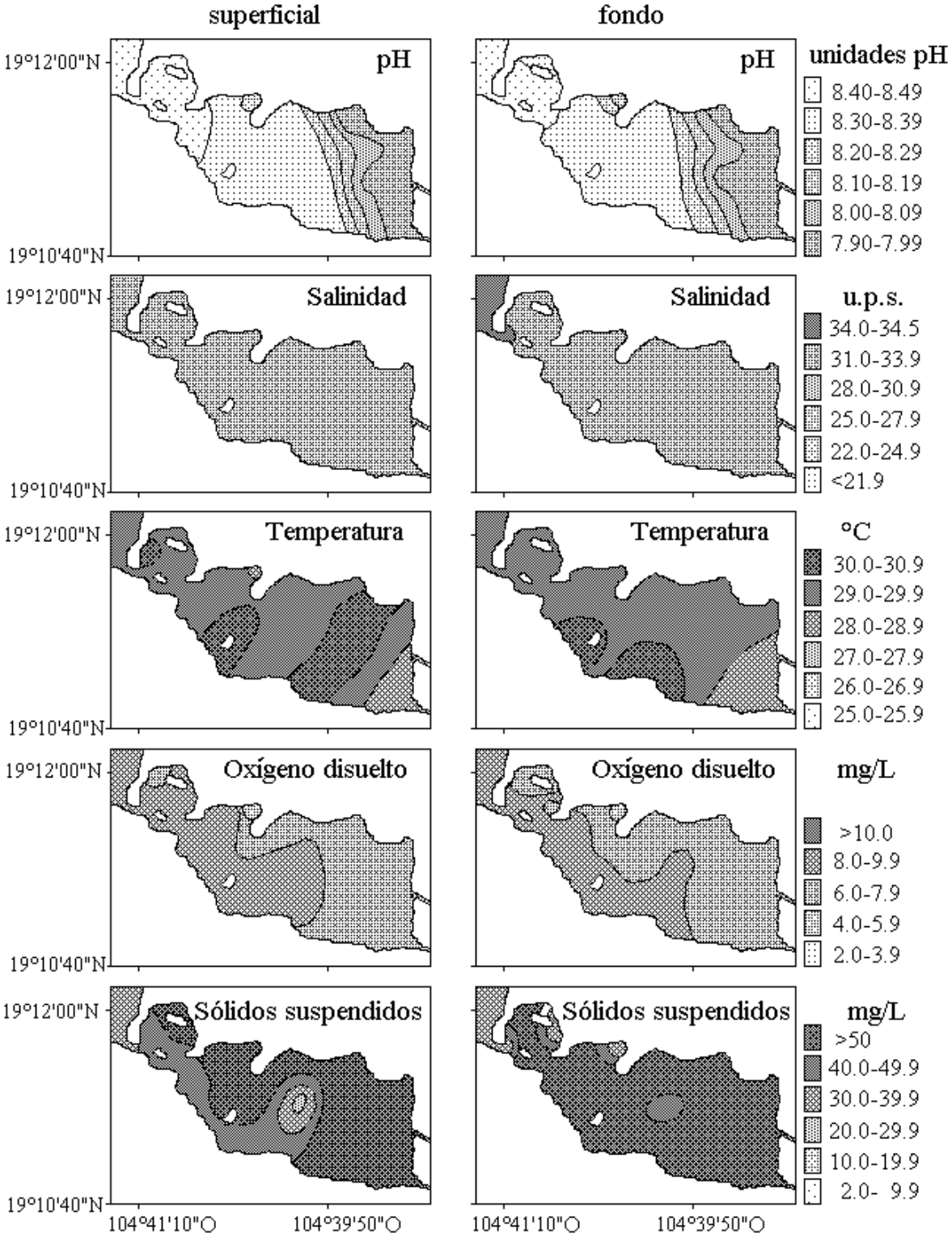
En marzo de 2001 se midió la temperatura más baja en el estuario (21.1 °C), mientras que en la bahía el valor mínimo (19.8 °C) se registró en el mes de abril de ese mismo año. En la época más fría (enero 2001), las temperaturas más bajas (25.3 °C) se registraron en la zona somera; por otro lado, en el centro del estuario la temperatura fue más elevada en la capa más profunda.

La distribución de calor en el cuerpo de agua se debe a los cambios climáticos estacionales que inducen en la época de lluvia (septiembre de 2000) procesos de circulación en las zonas más profundas. En horas de mayor viento (entre las 11:00 y 17:00 horas), es decir, horas después del horario de muestreo, se generan procesos de mezcla en la columna de agua, lo cual distribuye el calor absorbido en la superficie.

Oxígeno disuelto (mínimo 2.2 $mg \cdot l^{-1}$ en el fondo; máximo 10.05 $mg \cdot l^{-1}$ en la superficie)

Se observó un gradiente positivo de oxígeno disuelto (OD) entre la zona somera y la de manglares, de tal forma que en el lapso en que se efectuaron las mediciones (09:00 a 11:00 h), cuando el sol es relativamente intenso, se detectaron zonas con sobresaturación de oxígeno (70-120%) en las capas superficiales en medio del estuario y en la boca (Figs. 3 y 4). Cuando se analizó la distribución vertical del OD durante la época de secas, se observó una ligera disminución hacia el fondo, aunque sin llegar a la anoxia (Fig. 5),

Figura 3
Distribución espacial de variables físicas y químicas en el estero de Barra de Navidad en septiembre del 2000 (época de lluvias)



mientras que en la temporada de lluvias, la distribución vertical fue homogénea en toda la columna de agua, por lo que aun los estratos de agua del fondo presentaron una concentración elevada de oxígeno (Fig. 5), como resultado de la circulación provocada por las mareas y los vientos dominantes. En esta época el porcentaje de saturación fue alto (90±10%) (Fig. 3). También se observaron zonas con elevada concentración de oxígeno en superficie (Fig. 4), probablemente debida a la actividad fotosintética.

La variación estacional del OD no mostró relación con la temperatura; así por ejemplo, el contenido más bajo de OD fue medido en el mes de abril de 2001, cuando los valores de temperatura fueron bajos. En ese mes el volumen de oxígeno fue homogéneo en casi toda la columna, salvo en la parte cercana al fondo.

Las elevadas concentraciones en la parte superior de la columna de agua sugieren que la disolución de oxígeno desde la atmósfera hacia la superficie es elevada, mientras que la disminución del contenido de OD hacia el fondo, muestra que se consume debido a la presencia de materia orgánica en descomposición. Puesto que es un cuerpo de agua con aportes de nutrimentos por aguas continentales y de aguas negras, se observó una abundante biomasa de fitoplancton, que probablemente mantiene una elevada producción de oxígeno como resultado de la fotosíntesis.

Sólidos suspendidos (mínimo 2.0 $mg \cdot l^{-1}$; máximo 53 $mg \cdot l^{-1}$)

En el fondo la distribución de los sólidos suspendidos es más homogénea que en la superficie, principalmente en las partes someras del estuario (Figs. 3 y 4). Por otro lado, hay más sólidos a lo largo de todo el cuerpo de agua en la época de lluvias que en la de secas, cuando se distingue un gradiente, de mayor concentración en la entrada de agua dulce (que es la zona somera), a menor hacia el centro del estuario. Por otro lado, sobre el fondo se forma un gradiente decreciente, desde la zona del poblado de Barra hacia la boca, posiblemente debido a las descargas de aguas negras. También se observan zonas con mayor turbidez en donde hay manglares. La distribución de sólidos suspendidos en el estuario muestra variaciones pronunciadas debido principalmente a que el material arrastrado por el río flocula al mezclarse con el agua marina. La productividad primaria elevada es propiciada por los nutrimentos que el agua del río arrastra de campos agrícolas adyacentes.

Nutrimentos

Ortofosfatos (0.5 a 1.0 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$)

En la época de lluvia el ión ortofosfato se distribuyó homogéneamente por todo el estuario (0.81–1.00 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$). En la época de secas, cuando entraba agua dulce al estuario, pero con escasos nutrientes, se formó un gradiente positivo (0.5 a 0.9 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$), aunque los valores se pueden considerar bajos (Fig. 6), lo que sugiere que los nutrientes eran aportados por los pobladores de Barra de Navidad. La distribución de los ortofosfatos en la superficie presentó un patrón que denota una regulación del metabolismo de degradación y asimilación de éste por las bacterias y el fitoplancton, respectivamente. Además, la escasez de este ión y su distribución son reguladas por las corrientes provocadas por las mareas, con los respectivos recambios con agua de la bahía, y los vientos.

Amonio (0.3 y 6 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$)

El ión amonio varió entre 0.3 y 6 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$, valores que se consideran altos, empero, su distribución fue homogénea en casi todo el estuario. En época de lluvias se observó un gradiente de mayor a menor concentración en la entrada de agua dulce (6.0 – 4.0 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$) y de la boca hacia la bahía (3.9 - 0.3 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$). En la temporada de secas también se detectó un gradiente en la desembocadura (1.9 - 0.3 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$), pero no fue tan pronunciado como en la de lluvias (Fig. 6). Comparado con otros sistemas lagunares de la región, como la laguna de Chautengo, Guerrero (Rendón-Dircio, 2002), la concentración fue similar y hasta dos veces más alta en la temporada de lluvias, lo que indica una ligera eutrofización si se toma en cuenta que tiene una boca abierta todo el año.

Nitrito (0.10 - 0.39 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$)

La concentración del ión nitrito se considera baja, pero por encima de los límites de detección del método de Shinn, modificado por Bendscheneider y Robinson (tomado de Strickland y Parsons, 1972), que es de 0.01 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$. En la época de lluvia se observó mayor contenido de nitritos (0.30-0.39 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$) en el centro del estuario (Fig. 6), mientras que en la de secas la distribución fue homogénea (0.10-0.19 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$) en todo el cuerpo de agua, salvo en la zona donde descarga el drenaje de Barra de Navidad (0.20-0.29 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$). Esos resultados, comparados con los obtenidos en la laguna de Chautengo (Rendón-Dircio, 2002), fueron dos veces más elevados; no obstante, en ambos lugares este ión fue más abundante durante la temporada de lluvia, aunque sin presentar peligro alguno para los organismos que habitan el estuario.

Nitrato (5.0 – 30.0 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$)

La distribución espacial y la estacional del ión nitrato mostraron variaciones similares a las del ión amonio, aunque las cantidades fueron mayores (>25 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$). En la época de lluvias se observó un gradiente positivo entre la zona de entrada del agua dulce y la boca hacia la bahía (10.0-20.0 $\mu g\text{-at} \cdot l^{-1}$), y otro gradiente pronunciado, aunque negativo, entre la boca y

Figura 4
Distribución espacial de variables físicas y químicas en el estero de Barra de Navidad en enero del 2001 (época de secas)

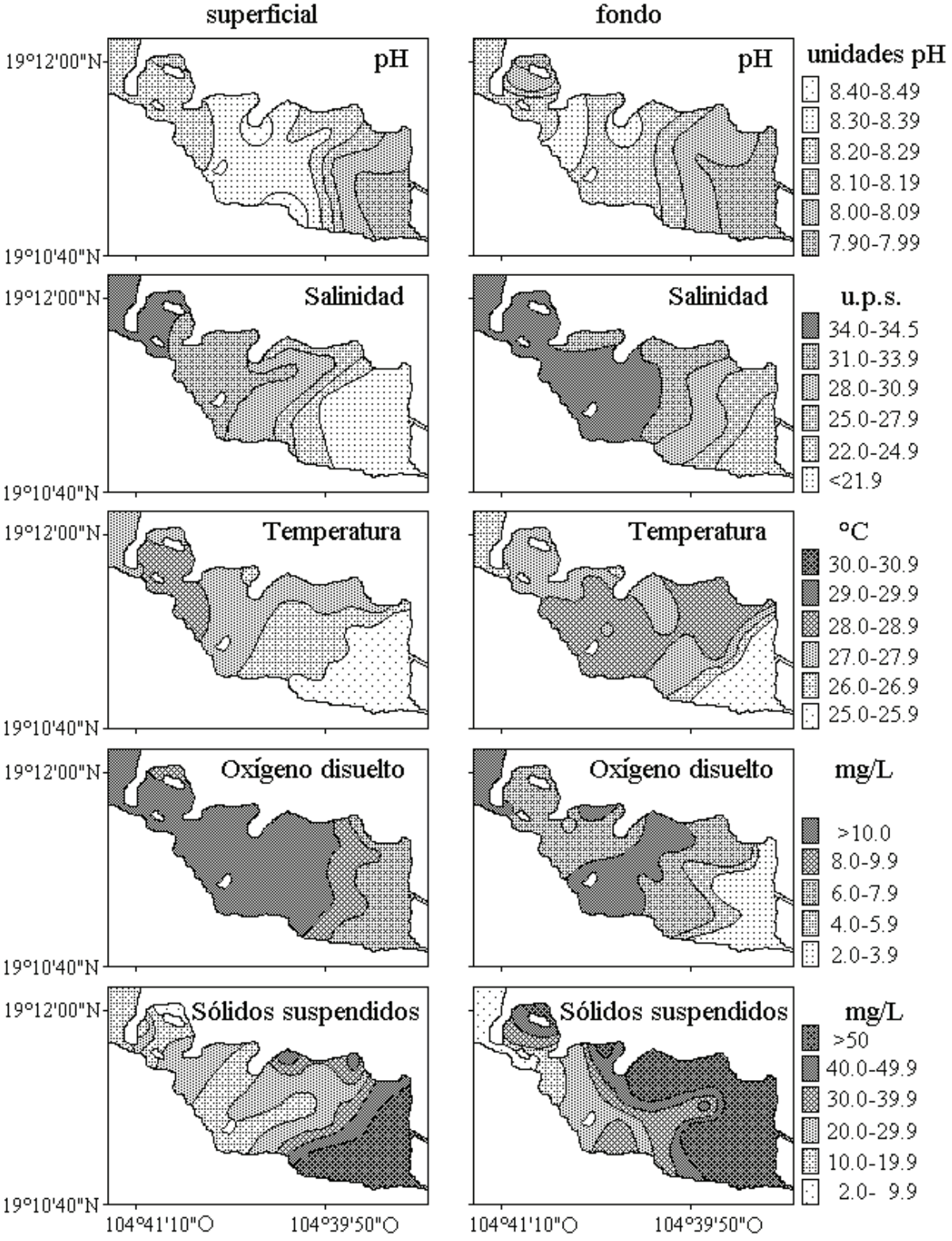
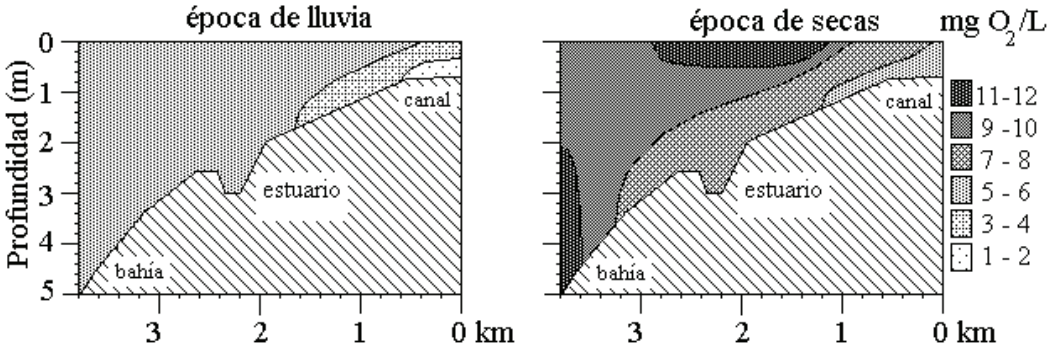


Figura 5
Transecto vertical que muestra la concentración de oxígeno disuelto desde el canal de entrada de agua dulce hasta la bahía



la bahía (20.0-5.0 μg-at l^{-1}). En la época de secas las concentraciones del ión nitrato se encontraron entre 25.0 y 30.0 μg-at l^{-1} en la mayor parte del estuario (Fig. 6). En el vaso ubicado en las inmediaciones de la boca se formó un gradiente decreciente, por lo que en la desembocadura el contenido de nitratos fue similar al de la bahía (20.0-4.0 μg-at·l^{-1}).

Es poco probable que los nitratos y nitritos se reduzcan a amonio, porque el fondo lodoso es rico en oxígeno disuelto. Mientras que, por el contrario, es muy factible que el fitoplancton y la dilución del agua de la bahía, durante la marea, contribuyan a las variaciones del ión nitrato. Por otro lado, las concentraciones muestran que el estuario se está eutroficando.

Silicatos (20 a 120 μg-at·l^{-1})

La distribución de los silicatos solubles mostró una tendencia decreciente (120 a 20 μg-at·l^{-1}) desde la entrada de agua dulce hasta la boca y bahía, tanto en la época de lluvia, como en la de secas (Fig. 6). Es muy probable que el ingreso de agua de la bahía al estuario, durante la fase de marea alta, diluya la concentración de estos nutrimentos en el estuario.

Índice N:P

El índice obtenido fue de 33:0.8 en la época de secas y de 25:1 en la de lluvias, lo cual muestra que la proporción de compuestos nitrogenados fue mayor que la de los ortofosfatos. En los ecosistemas en los que esa relación es mayor a 6:1 a lo largo de un ciclo anual, sugiere que reciben gran influencia marina. En el presente estudio, los valores del índice N:P fueron altos debido a la presencia de concentraciones elevadas de nitratos, como es el caso de algunas lagunas del Golfo de México (Contreras *et al.,* 1996). Por el contrario, cuando el valor es menor a 5:1, se asocia con el ingreso regular de elevados suministros de fosfatos por medio de escurrimientos continentales de origen natural o como resultado del drenaje de campos agrícolas. Aunque el río Marabasco pasa por la zona agrícola del valle de Cihuatlán, éste no es tan grande como para enriquecer al estuario con fosfatos.

En las condiciones batimétricas e hidrológicas que presenta actualmente el estuario Barra de Navidad se puede considerar que sus aguas revelan problemas de eutrofización. El crecimiento de asentamientos humanos, sobre todo en la boca de este sistema y el azolvamiento que padece este cuerpo de agua, no ayudarán a mejorar la calidad del agua.

Número más probable de coliformes
(NMP 10–16000/100ml)

El valor máximo permitido para descargas de aguas negras es de 1 000 por cada 100 ml, según la Norma Oficial Mexicana, NOM-001-ECOL-1996 (DOF, 1997); sin embargo, las muestras recolectadas entre julio y septiembre de 2000, y de febrero a mayo de 2001, mostraron valores superiores a 16 000 NMP/100 ml, mientras que en los meses restantes fluctuaron entre 130 y 10 000. El valor promedio obtenido a lo largo del periodo de estudio fue de 11 175, muy superior al permitido para aguas de recreación y riego (DOF, 1997). La distribución del NMP de coliformes totales a lo largo del estuario presentó un gradiente decreciente, desde la entrada de agua dulce hacia la boca y la bahía (Fig. 7). En la parte somera de la laguna, donde se recibe el agua del río y el canal, hay aportes de estas bacterias por los desechos de las aves acuáticas. Además, en la zona adyacente a los manglares existen pastizales que son aprovechados por ganado bovino, que también arroja coliformes. Por otro lado, no se observan diferencias entre las zonas por donde ingresan las aguas negras, en la parte aledaña al poblado, y el resto del estuario, con respecto al NMP de coliformes, por lo que se deduce que el agua marina que entra de la Bahía Navidad provoca la muerte de las bacterias por el cambio osmótico.

Figura 6
Distribución espacial de nutrientes en el estero de Barra de Navidad en época de lluvia (julio - noviembre 2000) y en época de secas (diciembre 2000 – junio 2001)

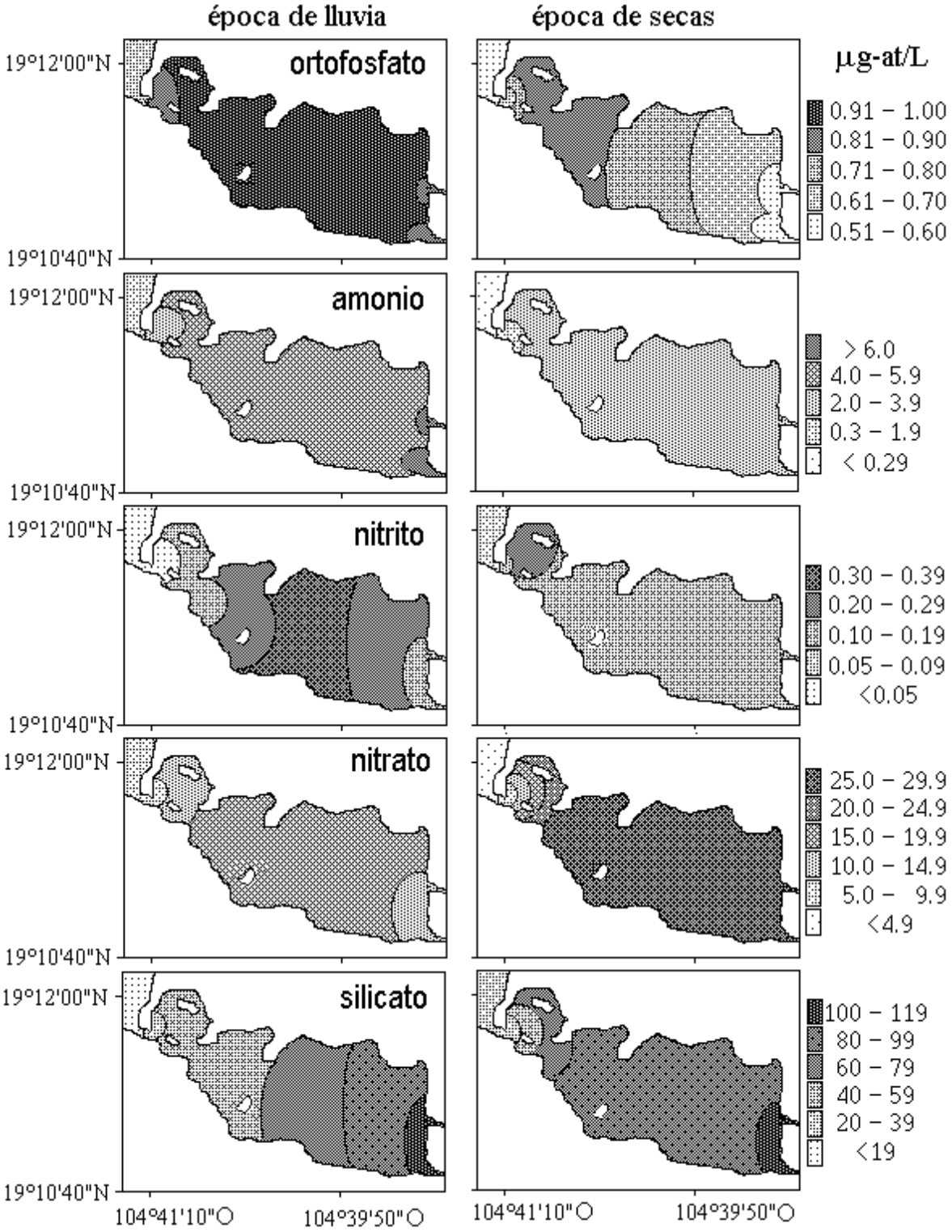
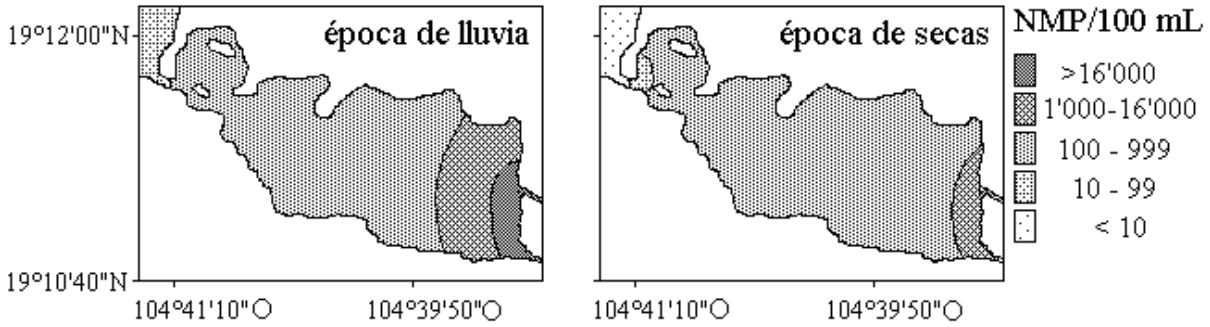


Figura 7
Distribución espacial de coliformes totales (Número Más Probable 100 ml^{-1}) en el estuario de Barra de Navidad en época de lluvia (julio-noviembre 2000) y en época de secas (diciembre 2000 – junio 2001)



En las muestras de agua del río, tomadas en el poblado El Centinela y en la cabecera municipal de Cihuatlán, se estimó en más de 16 000 el NMP/100 ml de coliformes totales, por lo que se considera que estas poblaciones son una fuente de dichas bacterias.

Plancton

La asociación de fitoplancton del estuario está compuesta de 117 géneros, con predominio de las clorofíceas, seguido de las diatomeas, las euglenofíceas, las cianofíceas y, en menor proporción, los dinoflagelados.

Los géneros representativos de las Chlorophyta fueron: *Ankistrodesmus, Crucigenia, Dictyosphaerium, Euastrum, Monoraphidium, Oocystis, Pediastrum, Scenedesmus, Saurastrum* y *Tetraedron.* De las diatomeas se encontraron representantes de las divisiones Centrales y Pennales. El nombre de las diatomeas, en orden alfabético, y su abundancia relativa por zona, se muestra en la *Tabla 1*.

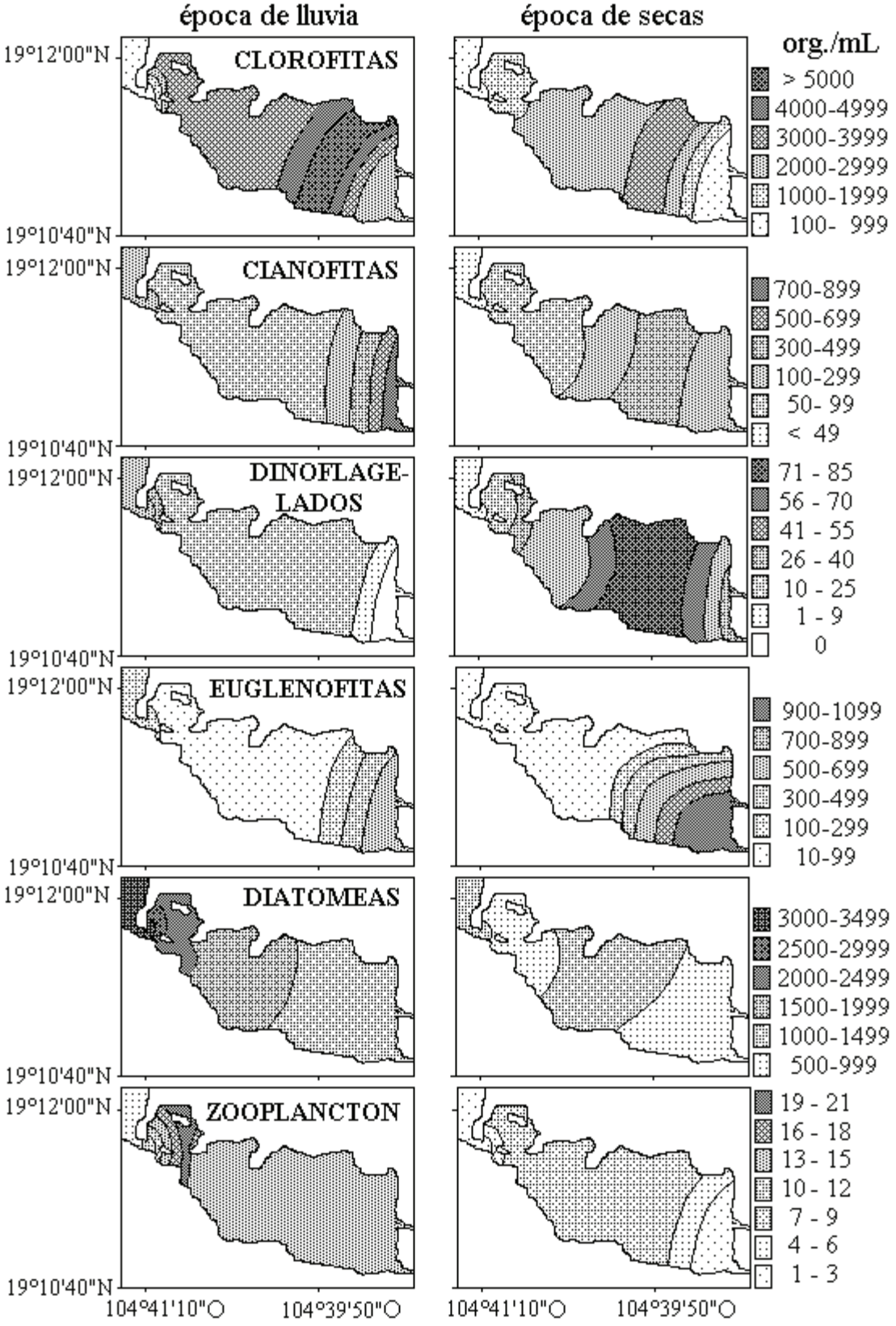
Los géneros representativos de las Euglenophyta fueron *Euglena* y *Phacus*; mientras que de las cianofíceas fueron *Anabaena, Aphanizomenon, Chroococcus, Lyngbya, Oscillatoria, Merismopedia* y *Spirulina*. De los silicoflagelados se encontró *Dichtyocha,* mientras que de las Pyrrophyta se encontraron especies de los géneros *Ceratium, Gyrodinium, Noctiluca, Oxytoxum, Peridinium, Podolampas, Prorocentrum* y *Protoperidinium*. Las especies se colocaron en orden alfabético.

Los resultados muestran que el río Marabasco, la laguna de Barra de Navidad y su estuario conforman un sistema acuático variable con respecto a la cantidad de plancton presente (Fig. 8). El zooplancton estuvo representado principalmente por rotíferos, copépodos y larvas de crustáceos y moluscos. Estos organismos abundaron en la zona de mezcla, donde la profundad fue mayor, sobre todo en época de lluvia. Por otro lado, debido a que en el periodo de estudio no se presentaron lluvias torrenciales, no se observó una disminución marcada de la abundancia del fitoplancton y zooplancton en la laguna entre la época de lluvias y la de secas.

Se efectuaron correlaciones entre la abundancia de las diatomeas más abundantes en el estuario de Barra de Navidad, para detectar la preferencia de éstas, con respecto al gradiente de salinidad que se forma entre la entrada de agua dulce y la zona marina. Esa tendencia también se puede apreciar entre las asociaciones de diatomeas en época de secas y en la de lluvias (Fig. 9). Las asociaciones ubicadas a la derecha en la *figura 9* fueron observadas en aguas dulces a salobres (eurihalinas–oligohalobias); las que se localizan a la izquierda son las que prefieren agua marina (eurihalinas–polihalobias) y las del centro son aquellas que toleran una amplia gama de concentraciones de sal o mesohalobias (Pankow, 1990). Los nombres de los géneros y especies de diatomeas más abundantes con sus respectivos autores se muestran en la *tabla 2*. Éstas fueron clasificadas según su tolerancia a medios salobres, a salinos, o marinos.

Se encontraron diferencias en la distribución de los diferentes géneros de fitoplancton de la laguna, que concuerdan con las reportadas en trabajos realizados en otros cuerpos costeros, como el de Laguna de Términos (Day *et al.*, 1987). El estuario presenta agua de color café todo el año debido a la presencia de sustancias húmicas, que probablemente estimulan la productividad (Prakash y Rashid, 1968; Day *et al.,* 1987). Sandoval-Rojo *et al.* (1988) consideraron que la materia orgánica en la laguna, procedente de la producción fitoplanctónica, de las algas bentónicas, de la entrada del río y de los manglares, favorece los procesos heterotróficos al inicio de la época de secas, especialmente en el centro del estuario. Por otra par-

Figura 8
Distribución espacial de plancton en el estero de Barra de Navidad en época de lluvia (julio – noviembre 2000) y en época de secas (diciembre 2000 – junio 2001)



te, los cambios estacionales en la abundancia del fitoplancton y zooplancton influyen en otras variables, como los nutrimentos.

La materia orgánica proveniente de los humedales colindantes puede ser una fuente importante de nutrimentos para sistemas lagunares en el Pacífico mexicano (Mee, 1977). Las tasas de producción diaria neta estimadas por Sandoval-Rojo *et al.* (1988), a partir de los datos de oxígeno disuelto o de nutrientes inorgánicos, en el estuario de Barra de Navidad, son similares a las de la Laguna de Chautengo (Rendón-Dircio, 2002). Sandoval-Rojo *et al.* (1988) sugieren, por tanto, que los estuarios con boca permanente como la de Barra de Navidad, tienen dilución con agua oceánica en forma continua, especialmente durante la época de secas, lo cual provoca una significativa pérdida de nutrimentos y se refleja en bajas concentraciones de estos compuestos, especialmente de fosfatos solubles. Por otro lado, la concentración de los nutrimentos en las lagunas costeras es característica de ambientes eutróficos (Rinaldi *et al.* 1992), como lo es el caso del estuario Barra de Navidad.

Conclusiones

En general, la distribución de la salinidad en los estuarios muestra amplias variaciones; sin embargo, en Barra de Navidad, durante la época de lluvias correspondiente al periodo del estudio, no hubo entrada de agua dulce del río Marabasco, por lo que las condiciones fueron homogéneas. Empero, en la época de secas se formó un gradiente muy evidente (20.5–34.1 ups) desde la entrada de agua dulce hasta la boca que comunica con la bahía. La temperatura fue la representativa para cuerpos tropicales, cálida en verano con pocos cambios (28.0–30.6 °C) y más templada y con gradiente negativo, desde la entrada de agua marina hasta la entrada de agua dulce, en la época de secas (25.0–28.9 °C). El contenido de oxígeno disuelto fue elevado en la capa superior y su distribución a lo largo del cuerpo de agua fue irregular en época de lluvia; mientras que en la de secas se observó un gradiente positivo que inicia en el área de manglar y termina en la boca. En el fondo de esa zona se determinó una baja concentración de OD, que se incrementó en la parte más profunda del estuario. Los sólidos suspendidos fueron elevados en la mayor parte del estuario, sobre todo en época de lluvias, en los sitios donde se mezcla el agua dulce con la salada, y en las áreas con manglar.

Los nutrimentos variaron en el espacio y en el tiempo. El nitrógeno fue 25 veces más abundante que el fósforo disuelto, lo que se interpretó como el resultado del recambio de agua con la bahía. El contenido de sílice disuelto no fue limitante, y entra al sistema con el agua dulce, aunque el florecimiento de diatomeas se produjo en la época de lluvias en la zona colindante con la bahía. Estos ecosistemas tienden a eutroficarse, lo que hay que tomar en cuenta para no adicionar más nutrientes vía escurrimientos. La abundancia de coliformes totales fue elevada, ya que rebasa los límites permitidos (1 000 NMP por cada 100 ml) para los cuerpo de agua con uso recreativo. Este problema se detectó principalmente en la parte somera del estuario, en la confluencia del canal y del río. Las clorofíceas abundaron en la zona central, somera del estuario, a diferencia de las cianofíceas y las euglenofitas, cuya distribución sugiere que provienen del río. El zooplancton fue más cuantioso en la zona de mezcla, sobre todo en época de lluvia. Las diatomeas más abundantes en el estuario se clasificaron como oligohalobias, mesohalobias y polihalobias, según su tolerancia a la salinidad; por otro lado, la preferencia de cada diatomea por determinada cantidad de sal coincidió con lo reportado por Hustedt (1959). Esta distribución varió entre la época de lluvias y la de secas. La gran cantidad de microalgas contribuye a la producción de oxígeno disuelto en los días soleados, y el recambio continuo del agua con la bahía ocasiona que este estuario sea altamente productivo; sin embargo, la presencia de un número elevado de coliformes totales denota que hay problemas de contaminación de origen antropogénico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los cuatro revisores por sus comentarios para mejorar el presente escrito. Al Conacyt y al Fondo Dr. Ramón Álvarez Buylla de Aldana, de la Universidad de Colima, por las contribuciones recibidas para realizar este estudio (Proyecto Conacyt 32462-T, FRABA 004, respectivamente).

Referencias bibliográficas

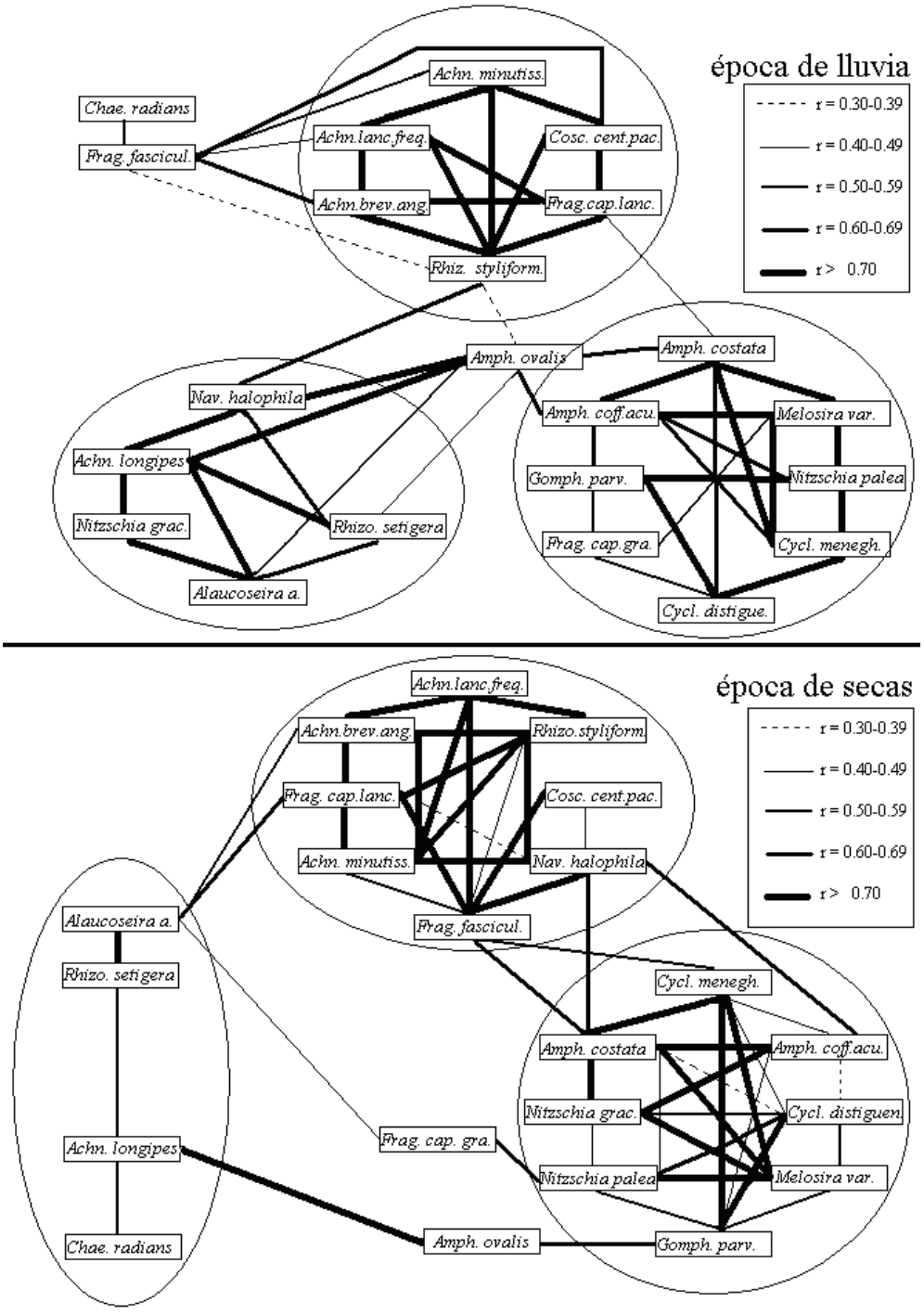
Álvarez del Castillo, M. 1983. *Estudio de la fauna de los crustáceos decápodos del ambiente rocoso en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis Licenciatura. Escuela de Biología, UAG, Guadalajara, Jalisco, México. 100p.

Álvarez del Castillo, M., M.E. Hendrickx y S. Rodríguez. 1992. Crustáceos decápodos de la Laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Proc. San Diego Soc. Nat. Hist*., 27:1-9.

Amezcua-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México.* ICMYL-UNAM, CONABIO. México DF. 184p.

APHA-AWWA-WPCF. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* Díaz de Santos, Madrid. España. 1 816p.

Figura 9
Correlaciones (Spearman, nivel de significancia p<0.001) entre las abundancias relativas de las 22 especies de diatomeas más numerosas en época de lluvia y en época de secas del estuario Barra de Navidad



En los círculos de la derecha se concentraron las diatomeas eurihalinas-oligohalobias, en el círculo del centro las mesohalobias y en la izquierda las eurihalinas – polihalobias o marinas.

Ayala-Castañares, A. y F.B. Phleger (eds.). 1969. Coastal lagoons: A symposium. *Mem. Internacional Symposium on Coastal Lagoons*. unam, unesco, México, DF. 686p.

Contreras, F., O. Castañeda, A. García-Nagaya y F. Gutiérrez. 1996. Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas. *Rev. Biol. Tropical,* 44(2):421-429.

Dames, J. y C. Moore. 1973. *Reporte preliminar y de Ingeniería*. Planificación para la laguna e investigación del suelo del sitio de Barra de Navidad para Turbana, S.A. Barra de Navidad, Jalisco, México. 21p.

Day J., F. Ley-Lou F., C. J. Madden, R. Wetzel y A. Machado-Navarro. 1987. Aquatic primary productivity in the Laguna de Términos. En: A. Yáñez-Arancibia y J. Day (eds.). *The Laguna de Términos: An estuarine profile.* icmyl-unam, México DF. pp. 267-284.

De la Lanza-Espino, G. 1986. Materia orgánica en los sedimentos del sistema lagunar Huizache-Caimanero. Importancia, comportamiento y significado en modelos de predicción. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, unam, 13(1):252-286.

De la Lanza-Espino, G. (ed.). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. agt, México DF. 569p.

Departamento de Pesca. 1977a. *Estudios realizados para la justificación de la construcción de la estructura de control de niveles canal de interconexión (Estero Ermitaño-Laguna Agua Dulce).* Informe interno, México. 49p.

Departamento de Pesca. 1977b. *Antecedentes de estudio y justificación hidrológica para la construcción de la estructura de control de niveles en el río María García - Laguna Agua Dulce - Estero Ermitaño, Jalisco.* Informe interno, México. 69p.

dof. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ecol-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, México, Junio 1, 1997.

Fernández-Perea, E.V. 1987. *Modelación hidrodinámica numérica de la albufera Barra de Navidad.* Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UdeC. Manzanillo, Col. México. 52p.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Instituto de Geografía, unam. México DF. 246p.

Hendrickx, M.E. 1989. On a small collection of caridean shrimps (Crustacea, Decapoda) from the Barra de Navidad coastal lagoon, Jalisco, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. unam*, 15(1): 245-248.

Hustedt, F. 1959. *Die Kieselalgen Deuschlands, Österreichs und der Schweiz.* Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.G., Leipzig. 845p.

Kennish, M.J. 1986. *Ecology of estuaries. Volume I: Physical and chemical aspects.* Marine Science Series. crc Press, Boca Raton, Fl. eu. 512p.

Kennish, M.J. 2000. *Estuary restoration and maintenance. The National Estuary Program*. crc Press, Boca Raton, eu. 359p.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. En*:* H. Ettl, J.Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasser flora von Mitteleuropa,* Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 876p.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En*:* H. Ettl, J.Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena. 596p.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: H. Ettl, J.Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa,* Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 576p.

Krammer, K. Y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. En: H. Ettl, J.Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa,* Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 437p.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. En*:* M. Wiley (ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press, New York. pp.182-215.

Licea-Durán, J.L. Moreno, H. Santoyo, G. Figueroa. 1995. *Dinoflagelados del Golfo de California.* uabcs, México. 165p.

Llauger, O. 1994. *Efecto de metales pesados (Cd, Cu, Pb y Zn) y agentes quelantes (EDTA y DTPA) sobre la eclosión, sobrevivencia y metamorfosis de la zoea de* Penaeus vannamei *(Boone)*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-uag, Jalisco. México. 42p.

Mandelli, E.F. y A. Vázquez-Botello. 1976. *Subprograma de hidrología (Informe final de la 3ª etapa del estudio sobre el uso de la zona costera de los Estados de Michoacán y Guerrero), México.* Comisión del Río Balsas-srh, icmyl-unam (Contrato de estudios No. 0C-E-03-74).

Margalef, R. 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona, España. 1010p.

Marmolejo-Rodríguez, A.J. 1999. *Determinación de plaguicidas organoclorados en camarón blanco adulto* (Penaeus vannamei) *cultivado en laboratorio.* Tesis de Maestría en Acuacultura, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC., Manzanillo, Colima. 80p.

Mee, L.D. 1977. *The chemistry and hydrography of some tropical coastal lagoons of the Pacific coast of Mexico*. Tesis de Doctorado. University of Liverpool, Gran Bretaña. 125p.

Meyer-Willerer, A.O., F.S. Kot, E.N. Shumilin, S. Lutsarev y A.J. Marmolejo-Rodríguez. 2003. Mercury in bottom sediments of the tropical Rio Marabasco, its Estuary, and Laguna de Navidad, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.,* 70:1213-1219.

Moreno, J.L., S. Licea y H. Santoyo. 1996*. Diatomeas del Golfo de California*. sep-fomes, promarco, uabcs, La Paz. 272p.

Nebel B.J. y R.T. Wright. 1998. *Environmental science: the way the world works*. Prentice Hall, New Jersey, eu. 455p.

Ocegueda, M.X. 1980. *Relación de los elementos climatológicos componentes del balance hidrológico con la salinidad en la Laguna de Agua Dulce, Jalisco*. Centro de Estudios Limnológicos, sarh. pp. 231-263.

Palomares-García, J.R., E. Suárez y S. Hernández. 1998. *Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano*. cicimar-ipn, ecosur, México D.F. 352p.

Pankow, H. 1990. *Ostsee-Algenflora*. 1. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena, Alemania. 648p.

Prakash, A. y M. Rashid. 1968. Influence of humic substances on the growth of marine phytoplankton: dinoflagellates. *Limnology and Oceanography*, 13:598-606.

Rendón-Dircio, J.A. 2002. *Estudio del comportamiento hidrológico de la laguna de Chautengo, Guerrero, México*. Tesis de Maestría. picp, UdeC, Tecomán, Colima, *México,* 123p.

Rinaldi, A., G. Montanari, A. Ghetti, C.R. Ferrari y A. Ferrari. 1992. Eutrophy and distrophy in the Goro lagoon. En: R.A. Vollenweider, R. Marchetti y R. Viviani. (eds.). *Marine coastal eutrophication*. Elsevier Sci., eu. pp. 457-470.

Rodríguez, S.M. 1982. *Contribución al estudio taxonómico de las clases Bivalvia y Gasteropoda del Phylum Molusca, de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. uag. Guadalajara, Jalisco, *México*. 54p.

Rodriguez-Cajiga, S.R. 1985. *Informe general sobre el conocimiento actual de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México.* Informe interno. Lab. de Ciencias Marinas. uag, Jalisco, México. 45p.

Sandoval-Rojo, L.C., F.J. Flores-Verdugo, U. Zaragoza-Araujo, J.W. Day Jr. y A. Estrada-Mercado. 1988. Phytoplankton productivity in the Barra de Navidad coastal lagoon on the Pacific coast of México. *Rev. Hydrobiol. Trop*. 21(2):101-108.

Shumilin, E., A. Meyer-Willerer, A.J. Marmolejo-Rodríguez, O. Morton-Bermea, M. A. Galicia-Pérez, E. Hernández y G. González-Hernández. 2005. Iron, cadmium, chromium, copper, cobalt, lead and zinc distribution in the suspended particulate matter of the tropical Marabasco River and its Estuary, Colima, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*., 74:518-525.

StatSoft. 2000. Statistica for Windows (Computer program manual). Tulsa, OK. Email info@statsoft.com. Web: *http://www.statsoft.com*.

Streble, H. y D. Krauter. 1987. *Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua.* Omega, Barcelona, España. 357p.

Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis.* Bulletin, 167. Fish. Res. Board of Canada, Canadá. 311p.

Surfer. 1999. *Surfer mapping systems. User's Guide, Version 7.00*. Golden Software Inc., Golden.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung de quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol*. 9:1-38.

Velázquez-González, B.B. 2001. Determinación de la calidad del agua del río Marabasco, canal-laguna Barra de Navidad y costa norte del estado de Colima durante la época de lluvias y época de secas 2000-2001. *Memorias I Congreso Estatal de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.* Universidad de Colima, simorelos, Colima. p. 26

Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 5(9): 63-97.

Zedler, J.B. 2001. *Handbook for restoring tidal wetlands*. crc Press, Boca Raton, eu. 439p.

Tabla 1

Abundancia porcentual por región de diatomeas en el Río Marabasco y Laguna Barra de Navidad (en % de abundancia en cada región*)

Región / Diatomea	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
Achnanthes biasolettiana	1*	5	-				
A. brevipes v. angustata				2	1	1	-
A. brevipes v. inter			-	-	2	3	-
A. conspicua			-				
A. curvirostrum				-	-	-	
A. delicatula			-				
A. exigua v. elliptica	2	5	5				
A. exigua v. exigua	1	2	1				
A. lanceolata v. frequentis	3	1	-	3	4	2	-
A. lanceolata v. robusta		1			-	1	
A. longipes					1	4	1
A. lutheri	4	3					
A. minutissima			-	3	3	2	-
A. minutissima v. affinis	5	3	4				
A. punctulata			1				
A. pseudosolea			-				
A. submarina				-	-	-	-
Actinoptychus undulatus						-	-
A. splendens						-	-
Alaucoseira ambigua		3	-	5	1	1	4
A. granulata			-	-			-
Amphipleura lindheimeri	5	1	1	-			
Amphora angusta v. ventr					-	1	-
A. angusta v. angust.						-	
A. bigibba						-	-
A. cymbifera				-	-	1	-

Región / Diatomea	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
Campylodiscus clypeus			-				
Catacombas gaillonii				-		-	-
Cerataulina bergonii		-					
Cerataulus turgidus				-		-	-
Chaetoceros atlanticus							-
C. compressus	1	1					
C. debilis							-
C. didymus							-
C. laeve	-	-	-				
C. decipiens				-			-
C. curvisetus					-		
C. messanense							-
C. radians				-	-	-	-
Climacosphenia moniligera						-	-
Cocconeis convexa						-	
C. placentula var. euglypta	5	-	-	1	1	2	
C. placentula v. placentula	1	-					
C. placentula var. lineata							-
C. scutellum						-	
Coscinodiscus sp.1			-				
C. centralis var. pacifica				4	4	2	3
C. curvatulus				-	-	-	1
C. granii					-	-	
C. wailesii							1
Cyclotella atomus				1	-	-	1
C. distiguenda	3	-	5		-	-	-

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
A. coffeaeformis	-	3	3	1	-		-
A. coffeaeformis v. acut	-	3	5	1	4	4	
A. commutata			-				
A. costata			2	-	3	1	-
A. flebilis	-		-				
A. hyalina			-		-	1	-
A. laevissima			-		-		
A. libyca					-		
A. mexicana var. maior			-	1			
A. montana		2					
A. normannii	3	1					
A. ocellata						-	
A. ostrearia						-	-
A. ovalis	1	-	1	-	1	3	-
A. pediculus			-				
A. proteus							-
A. spectabilis				-	-		-
A. veneta			1				
Anomoeneis sphaerophora			-	-	-		
Asteromphalus heptactis						-	-
Bacillaria paradoxa		-	3	-	-	-	-
Bacteriastrum comosum							-
Berkeleya micans						-	
Biddulphia aurita			-		-	-	
B. biddulphiana						-	-
B.subaequa	-	-					
B. tuomeyi						-	-
Brebissonia sp.1							-
Caloneis amphisbaena	-		-		-		
C. elongata					-		-
C. westii var. westii							-
Campylodiscus bi-costatus			-				
Ditylum brightwellii						-*	
Ellerbeckia arenaria	-		-				
Entomoneis alata	-	1	-			-	
Epithemia argus		1	-				
E. sorex			-				
E. adnata			1	-		-	
Eucampia zoodiacus		-					
Eunotia arcus		-	-	-	-	-	-
E. bilunaris	-	-	-	-	-	1	-
E. pectinalis						-	-
Fallacia pygmaea				-	-	-	
Fragilaria arcus		-					
F. brevistriata		1					
F. parasitica			-		-	1	1
F. tabulata var. *ovalis*			1				
F. tabulata var. *parva*	1						

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
C. distiguenda var. unipunctata			1				
C. gamma			-				
C. glabriuscula			-				
C. hakanssoniae			1				
C. meneghiniana	1	-	5	1	5	-	-
C. ocellata	-	-					
C. striata			-				-
C. stylorum						1	
Cymatopleura solea	-	-	-				
Cymbella brehmii	5	-	-				
C. lacustris		2	-				
C. mexicana	-	2	-	-	-	-	
C. perpusilla	1	-					
C. pusilla			1	1	1		
C. silesiaca		-	-				
C. tumidula var. tumidula	-	-	-				
Delphineis surirella v					-	-	-
D. angustata					-		-
Denticula elegans	-		-				
D. tenuis	-	-	-	-		1	-
Dentonula pumila					-		
Diatoma vulgare var. constricta				-		-	
D. vulgare	-	-	-		-		
D. mesodon		-					
Dictyocha fibula				-	-	-	-
Diploneis interrupta				-	-	1	-
D. papula			-				
D. coffaeiformis			-				
D. crabro						-	-
D. smithii			-				-
Diploneis subovalis						-	-
Distephanus speculum							-
Melosira lineata	5	-		-			
M. varians	3	3	5	1	2	-	-
Meridion circulare	4	-					
M. varians			2				
Navicula abbreviata			-				
N. abrupta					-		
N. acutiuscula					-		
N. arenaria	2	1	1	-	-	-	
N. brasiliana						-	-
N. cincta		-					
N. crucicula			-				
N. crypotolyra	-	-	-				
N. cuspidata		2					
N. cuspidata var. *ambigua*	5	5	3	-	-		
N. dicephala			-				
N. digito-radiata var. *rostrata*	1	4	1	-	-	-	-

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
F. capucina var. *gracilis*	5	5	2	2	1	-	1
F. capucina var. *lanceolata*	1	4		3	4	1	1
F. capucina var. *mesolepta*	-	2					
F. construens var. *subsalina*				1		-	2
F. delicatissima		1					
F. elliptica				-	-	1	-
F. fasciculata	5	2	1	4	5	3	5
F. striatula		-					
Gomphonema mexicanum	3	1	3				
G. augur	-	2	-	-	-	-	-
G. clavatum	5	1	3				
G. exiguum			2	1			
G. olivaceum					-	-	-
G. parvulum	4	4	4	-	-	2	-
Grammatophora marina					1	-	-
G. angulosa						-	
G. oceanica					-		
G. undulata						-	
Gyrosigma acuminatum		-	-				
G. attenuatum			-				
G. scalproides			-	-			
G. spencerii	-	2	-	-			-
G. nodiferum		-					
Hantzschia amphioxys	-	1					
H. marina				-	-	-	-
H. spectabilis			-				
H. virgata			-				
Hemiaulus hauckii						-	
Hemidiscus cuneiformis						-	
Hyalosira tropicalis				-			
Licmophora gracilis				-	-	-	-
L. abbreviata		-					
L. flabellata						-	
L. gracilis var. *anglica*				-	-	-	-
L. remulus							-
Lithodesmium undulatum							-
Lyrella approximatoides						-	-
L. lyra						-	-
Mastogloia smithii			-				
Mastogloia elliptica			-				
M. citrus						-	
M. pumila				-	-	-	-
N. distans				-	-	-	-
N. filiformis var. *conferta*			-				
N. fonticola	1						
N. frustulum var. *frustulum*	-	1	2	-	2	2	
N. gracilis			-	-			4
N. hungarica			-	-			

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
N. directa		-					
N. fracta	1	-	-				
N. gregaria		-					
N. halophila	3	5	-	1	4	4	-
N. halophiloides			2				
N. hamulifera				-		-	
N. hustedtiana	1						
N. hyalina				-	-	-	
N. incertata	3	-					
N. jamalinensis				-			
N. libonensis	1			-			
N. mutica var. *ventricosa*		1					
N. parva			-				
N. peregrina			-				
N. perminuta			-				
N. phyllepta	5	3	4	-	-		
N. pygmaea			-				
N. placentula	5	-					
N. protracta	-	-					
N. pseudotuscula	1	1					
N. pupula			1				
N. radiosa			2				
N. rhynchocephala	5	1					
N. salinarum			-			-	
N. tuscula	1	2					
Neidium densestriatum		-					
N. productum	5	-	-				
Nitzschia acuminata			-		-		
N. amphibia	-	1					
N. amplectens			-				
N. baltica			-				
N. brevissima		2	-				
N. capitellata				1			-
N. closterium				-			
N. coarctata			1				
N. communis	-	-					
N. compressa var. *compressa.*		4	-	1	-	-	-
N. compressa var. *elong.*	-	-	-	-	1	-	-
N. constricta	1	-	-			-	
N. debilis	5	3	-				
N. delicatissima		-	1			-	-
N. dissipata	-	-	-				
Pseudoeunotia doliolus						-	1
Pseudoamphiprora stauroptera			-				
Rhabdonema minutum		-	-				
Rhaphoneis crucifera				-	1	1	
R. amphiceros							-
Rhizosolenia sp.1	2	1	-				

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
N. inconspicua	2	-	2	-			
N. lanceolata		2	-			-	
N. lacunarum		-					
N. levidensis	5	-	-				
N. littoralis	-	5	2	-			
N. littorea			-				
N. longissima		-	-	-	-	-	-
N. martiana				-	-		
N. navicularis		-					
N. obtusa		2	-	-	-		
N. ovalis				-			
N. paleacea	2		-				
N. palea	4	4	5	3	3	1	2
N. paleaeformis	1	1	-				
N. palustris	-	-	-				
N. pusilla				1	2	2	-
N. recta	-	-	-	2	-	-	
N. salinarum			-				
N. scalaris			-	-	-	-	-
N. scalpelliformis	-	-	-	-	-	-	-
N. sigma		-	-	-	-	-	-
N. sigmoidea	1	-	-				
N. solitaria	1	-	1				
N. terrestris	-						
N. umbonata	2						
N. vermicularis	-						
Odontella rhombus						-	-
Opephora marina					-	-	-
O. pacifica		1	-				
Paralia sulcata				1			
Peronia sp.1		-					
Pinnularia acrosphaeria	-		-			-	-
P. interrupta	-	1					
P. lundii		3	-	-	-	-	
P. nodosa			-				
P. similis		1					
P. viridis	-	-	-				
Plagiogramma staurophorum				-	-		
Plagiotropis pusilla				-	-	-	-
P. validum						3	-
P. lepidoptera						-	
Pleurosigma aestuarii			-				
P. cuspidatum						-	
P. elongatum					-	-	
P. nicobaricum						-	
P. salinarum		-		-	-	-	-
P. longum		-					
P. normannii			-				

Diatomea \ Región	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
R. longiseta		1	-				
R. setigera				5	1	5	5
R. styliformis				4	5	4	1
R. hebetata							-
Rhoicosphenia abbreviata	-	1	-		-	-	
Rhopalodia constricta					5		
R. gibba	-	5	-	-	-	-	-
R. gibba var. *parallela*		-	-	4			
R. gibba var. *minuta*		-					
R. gibberula	-	1	-	-	1	-	-
Scoliopleura tumida			-			-	
Skeletonema costatum					2		
S. subsalsum	5						
Stauroneis anceps var. *a.*		-	-				
S. dubitabilis	-	2					
S. phoenicenteron			2				
S. producta	-	-	-	-			
S. salina						-	-
Staurosira construens				-			
Stenoneis inconspicua				-	-		
Stenopterobia delicatissima			-				
Surirella constricta				1	-	-	-
S. elegans		-					
S. fastuosa							1
S. minuta		-	-				
S. ovalis			-				
S. pinnata	-	-					
S. robusta			-				
S. spiralis	1						
S. striatula	-		-				
Synedra crystallina					1	-	-
S. pulchella var. *lanceolata.*			-				
S. pulchella v. macrocephala		-					
S. ulna var. *ulna*	1	5	-	-	-	-	
S. ulna var. *1*					-		
Tabellaria fasciculata						1	-
Tetracyclus rupestris	-						
Thalassiosira oestrupii					-		
T. pseudonana	-	-	-	2	1	1	
T. nanolineata				-	-	1	1
Thalassiothrix mediterranea					-	-	-
Trachyneis aspera					-	-	
Trigonium alternans				-	-	-	-
T. reticulum						-	
Tropidoneis dannfeltii			-				
T. vanheurckii				-	-	-	
T. vitrea var. *scaligera*			-			-	
T. vitrea var. *vitrea*			-	1			

Región / Diatomea	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
Podocystis spathula						-	
Podosira montagnei						-	
Psammodictyon const.						-	
Psammodiscus nitidus						-	

Región / Diatomea	Montaña	Valle	Canal	Canal-Laguna	Laguna	Boca	Bahía
Tryblionella calida				-			
T. coarctata						-	-
T. granulata				1			

* - = escasa; 1 = 1.00 – 1.99%; 2 = 2.00 – 2.99%; 3 = 3.00 – 3.99%; 4 = 4.00 – 4.99%; 5 = 5.00 – 5.99%

Tabla 2
Género y especie de 19 diatomeas abundantes identificadas en el estuario y la Bahía de Navidad según la zona halobia y su respectiva tolerancia (según Pankow, 1990)

Género, especie	*Zona*	*Tolerancia*
1. *Achnanthes brevipes var. angustata* (Kütz. 1833) Cleve 1895	mesohalobia	eurihalino
2. *Achnanthes lanceolata* (Bréb. In Kütz. 1849) Grunow in Cleve et Grunow 1880	polihalobia	mesohalino
3. *Achnanthes longipes* C.A. Ag. 1830-32	polihalobia	meiohalino
4. *Achnanthes minutissima* Kütz. 1833	oligohalobia	
5. *Amphora coffeaeformis var. acutiuscula* (C.A. Ag. 1827) Kütz. 1844	polihalobia	pleiohalino
6. *Amphora costata* W. Smith 1853	polihalobia	meiohalino
7. *Amphora ovalis* (Kütz. 1833) Kütz. 1844	oligo-indiferente	mesohalino
8. *Chaetoceros radians* Schütt 1895 b	oligohalobia	mesohalino
9. *Coscinodiscus* Ehrenberg 1838	oligohalobia	meio-pleio
10. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. 1844	oligohalobia	pleioeurih.
11. *Fragilaria capucina* Desmaz. 1825	oligohalobia	meiohalino
12. *Fragilaria tabulata* (C.A. Ag. 1830-32) Lange-Bertalot 1980b) Syn.: *F. fasciculata* (C.A. Ag. 1812) Lange-Bertalot 1980 b	mesohalobia	eurihalina
13. *Gomphonema parvulum* (Kütz. 1844) Kütz. 1849	oligohalobia	pleiohalino
14. *Melosira varians* C.A. Ag. 1817 nom. cons.	oligohalobia	meso-eurih.
15. *Navicula halophila* (Grunow in v.H. 1880-85) Cleve 1894	mesohalobia	-
16. *Nitzschia gracilis* Hanzsch ex Rbh. 1860	oligohalobia	meiohalino
17. *Nitzschia palea* (Kütz.1844) W. Smith 1856	oligohalobia	meiohalino
18. *Rhizosolenia setigera* Brightw. 1858	oligohalobia	mesohalino
19. *Rhizosolenia styliformis* Brightwell 1858	oligohalobia	meiohalino

Marco ambiental

Biología Moluscos

Biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región

Eduardo Ríos Jara
Martín Pérez Peña
Ernesto López Uriarte
Ildefonso Enciso Padilla
Eduardo Juárez Carrillo[*]

Resumen

Se presenta una revisión sobre biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima en el Pacífico central mexicano, conformada por un total de 475 especies, 229 géneros, 98 familias y 17 órdenes. Las especies pertenecen a las clases Bivalvia (128), Gastrópoda (327), Polyplacophora (8), Scaphopoda (10) y Cephalopoda (2). Esta revisión no considera a los gastrópodos de los órdenes Cephalaspidea, Anaspidea, Notaspidea, Sacoglossa y Nudibranchia. La información fue compilada de estudios previos (1986-1999) y colecciones recientes (1999-2003). Todos los especímenes forman parte de la colección de referencia LEMA del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura del Departamento de Ecología de la Universidad de Guadalajara. Los moluscos fueron registrados en 56 localidades y 89 sitios, la mayoría en las siguientes cinco áreas marinas prioritarias propuestas por la Conabio: A22 (Bahía de Banderas), A25 (Mismaloya-Punta Soledad), A26 (Chamela-El Palmito), A27 (Punta Graham-El Carrizal), A28 (Cuyutlán-El Chupadero). Estas localidades incluyen playas rocosas y arenosas, arrecifes y comunidades coralinas, islotes, cuerpos de agua costeros (estuarios y lagunas) y la plataforma continental hasta profundidades de 112 metros. Se presenta información sobre aspectos bioecológicos de las especies incluyendo su abundancia, su distribución y su hábitat; además del aprovechamiento de especies de interés comercial en la región.

Palabras clave: Biodiversidad, moluscos, Jalisco, Colima, importancia comercial.

* Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, Universidad de Guadalajara. Apartado Postal 52-114, Zapopan, Jalisco 45035, México. Tel y Fax (52) (33) 3682-0230. Correo electrónico: edurios@cucba.udg.mx

Introducción

Existen más de 100 000 especies de moluscos, la mayoría es marina y habita en las zonas costeras de latitudes tropicales (Purchon, 1977). Los moluscos son de gran importancia en la acuicultura y en la pesca debido a su alto valor alimentario; los pescadores los utilizan como carnada y son también usados como piezas decorativas y en la manufactura de artesanías.

México presenta gran biodiversidad de moluscos ya que su línea costera es muy extensa, con aproximadamente 10 000 km; sin embargo, un factor importante para lograr su explotación racional en México es la escasez de información, ya que no existe un inventario completo y actualizado de las especies de moluscos marinos de México, aunque existen muchos trabajos que enlistan los grupos taxonómicos y destacan su abundancia en localidades o regiones específicas. La información sobre su biología y su ecología es también escasa. La mayor cantidad de datos disponibles se refiere a las especies encontradas en las playas y en aguas poco profundas debido a que éstos son ambientes más accesibles.

Entre los trabajos que recaban información importante sobre los moluscos de la costa de Jalisco y Colima, pero que no han sido publicados, destacan las tesis de licenciatura y posgrado realizadas por Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martell (1982), Yáñez-Rivera (1988), Sánchez-González (1989), León-Álvarez (1989), López-Uriarte (1989), Pérez-Peña (1989), Román-Contreras *et al.* (1991), Landa-Jaime (1991, 2001), Castillo-Figa (1992), Reyes-Aguilera (1993), Esqueda (1995), Nuño-Hermosillo (1998), Fonseca-Madrigal (1998), Méndez-Ruvalcaba (2000) y González-Villarreal (2005). Otras investigaciones malacológicas realizadas en estos estados fueron publicados por Aguilar-Chávez (1995), Ríos-Jara *et al.* (1994, 1996, 2003a, 2003b, 2003c, 2004), Landa-Jaime y Arciniega-Flores (1998), Pérez-Peña y Ríos-Jara (1998), Esqueda *et al*. (2000), Michel-Morfín *et*

al. (2002) y López-Uriarte *et al.* (2005). Todas ellas se refieren a especies de gastrópodos y bivalvos, a excepción de las de Aguilar-Chávez (1995) y López-Uriarte *et al.* (2005), ya que ellos trabajaron con una especie de cefalópodo; y las de Ríos-Jara *et al.* (2003b, 2003c) enfocadas sobre los escafópodos de estas plataformas continentales. No se incluyen aquí los resúmenes publicados en las memorias de congresos y reuniones científicas.

Finalmente, es importante mencionar también los trabajos clásicos de Abbott (1974), Keen (1971, 1975) y Keen y Coan (1974), además de Fisher *et al.* (1995); Morris (1966), Lindner (1975), Rehder (1981), Abbott y Dance (1982) y Sabelli (1982), que constituyen compilaciones de la malacofauna de la región. Entre los catálogos de moluscos se cuentan los preparados por Holguín-Quiñonez y González-Pedraza (1994) para las costas de Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco; Sevilla (1995) para la franja costera de Chiapas; Hendrickx *et al.* (1984) que incluye registros principalmente de la costa sur de Sinaloa; y el catálogo de moluscos del Golfo de California preparado por Hendrickx y Brusca (2002). La información taxonómica de los moluscos fue recientemente actualizada por Skoglund (1990, 1991, 1992, 2001, 2002).

El presente estudio tiene como propósito principal describir la biodiversidad malacológica existente en los principales ambientes costeros de la región Pacífico central mexicano, e incluye información sobre aspectos bioecológicos de las especies, su abundancia, su distribución, el tipo de sustrato, la profundidad, el hábitat y sobre el aprovechamiento que de ella hace el hombre. Esta información además de pertinente es importante porque no existe actualmente un documento integrado que permita profundizar sobre la riqueza, la distribución y el aprovechamiento de la malacofauna de esta región y consolidar el conocimiento actual sobre las especies.

Métodos y materiales

Los estados de Jalisco y Colima pertenecen a la zona Pacífico Centro Sur (Fig. 1). La costa de Jalisco tiene una extensión de 350 km. En Bahía Banderas las colinas y montañas llegan frecuentemente a la línea de costa, formando acantilados, bahías y playas de diversa longitud y conformación. Esta característica se refleja en el fondo marino, donde están presentes zonas de topografía accidentada y zonas de fondos planos. Al sur de Cabo Corrientes predominan playas arenosas que bordean numerosos esteros y lagunas. En la porción central de la costa de Jalisco se presentan acantilados rocosos que forman pequeñas bahías y ensenadas con playas arenosas, plataformas rocosas y cantos rodados. Esta heterogeneidad en la fisiografía representa gran variedad de hábitats que implica alto valor intrínseco en cuanto a riqueza natural y diversidad biológica.

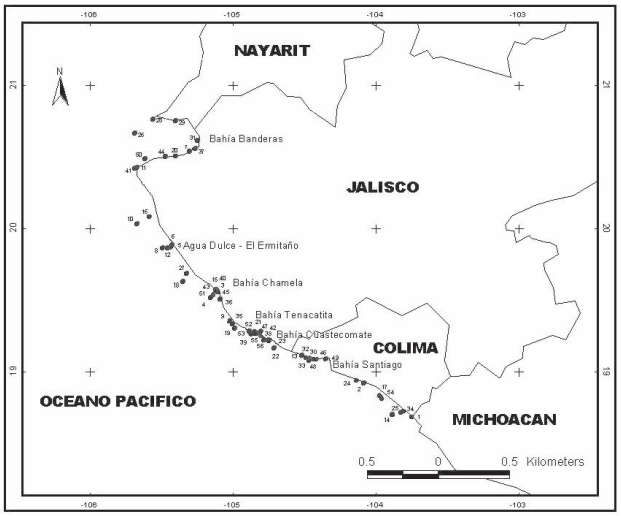
Colima es una de las entidades con menor extensión del país, cuenta únicamente con 5 542.742 km^2 de superficie continental y representa sólo 0.3% de la superficie total del país. La extensión de su litoral es de 157 km (INEGI, 1981b), y es arenoso desde Boca de Apiza hasta Campos, rocoso de la Punta de Campos hasta el Puerto de Manzanillo, donde se forma una amplia bahía con una península al centro. Posteriormente es abrupto desde Punta Juluapan hasta cerca de Peña Blanca desde donde nuevamente es arenoso hasta el Cerro de San Francisco, frente a Barra de Navidad en Jalisco (Alcalá-Moya, 1986).

La zona costera de Jalisco y Colima presenta una plataforma continental estrecha y escarpada, de fondo rocoso y flancos que descienden abruptamente con sedimentos terrígenos cercanos a la costa y pocos sistemas estuarino-lagunares de importancia, lo que dificulta en gran parte la pesca con redes de arrastre. El clima de la zona costera de Jalisco y Colima es predominantemente cálido-subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25 °C, con una oscilación de 10 grados centígrados. Las temperaturas máximas (29-30 °C) ocurren entre mayo y agosto y las mínimas (18-20 °C) en enero y febrero. La precipitación media anual fluctúa entre 800 y 1 500 mm, con las principales lluvias entre junio y septiembre y algunas, escasas, en los meses de febrero, marzo y abril. En Jalisco los vientos dominantes de la zona costera van en dirección oeste-noroeste y se presentan principalmente en la temporada de secas (noviembre a mayo); si bien también se presentan en dirección este, sureste y noreste durante la época de lluvias. Algunos ríos importantes de Jalisco que forman el principal sistema de escurrimientos del agua de lluvia al océano son: Ameca, Cuale, Pitillal, Tuito, Tabo, Arroyo Seco, María García, San Nicolás, Cuitzmala, Purificación, Marabasco. Muchos de éstos forman esteros, manglares, pantanos y lagunas costeras (INEGI. 1981a). En la región costera de Colima hay tres ríos de importancia: Cihuatlán[1], Armería y Coahuayana; además de la Laguna de Cuyutlán, fuente del sustento para algunos pescadores de la localidad, además de importante salinera (INEGI, 1981b).

El área de estudio pertenece a la Provincia zoogeográfica Panámica, que comprende desde las lati-

1. También conocido como Marabasco.

Figura 1
Ubicación del área de estudio en la costa de los estados de Jalisco y Colima, México.



Los números indican las localidades de muestreo de acuerdo al listado de la *tabla 4*.

tudes 31° N en la cabeza del Golfo de California, y 25° N en la costa oeste de la península de Baja California, México, hasta los 6° S a lo largo de la costa Pacífico de Norte y Sudamérica (Skoglund, 1992). Esta vasta área contiene una fauna malacológica característica y de gran diversidad, parte de la cual se mezcla con la fauna de provincias adyacentes (Abbott, 1974).

Se revisaron e integraron primero los listados de especies y la información recabada en las investigaciones y tesis realizadas previamente en la región. Se añadieron a esta lista aquellos organismos recolectados durante salidas de campo llevadas a cabo de 1999 a 2003. Las localidades representadas en este estudio se muestran en la *tabla 4*. El número total de localidades fue de 56, e incluye los principales ambientes costeros de la región, además de 17 estaciones de muestreo ubicadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima, y cuyas muestras se tomaron en agosto de 1988 durante la campaña oceanográfica Atlas V, a bordo del B/O *El Puma* en la costa de dichos estados. En todas las localidades se determinó la ubicación geográfica mediante el uso de un equipo de posicionamiento global satelital marca GARMIN 12 XL.

En las localidades de playa donde se llevaron a cabo recolectas, se trabajó mediante búsqueda directa de individuos en los diferentes hábitats (arenas, sobre y debajo de rocas, charcas, etc.). También se recogieron conchas en buen estado para formar una colección seca, así como moluscos macroscópicos asociados con el fondo marino (macrobentos). Los muestreos se realizaron en las zonas supralitoral y mesolitoral (intermareal) de acuerdo con la zonación natural de los organismos y tomando en cuenta las consideraciones de Bakus (1968), Lewis (1964) y Vermeij (1972) para playas rocosas, adaptado a la fauna intermareal local. La zona mesolitoral se dividió en superior, media e inferior. En el caso de las playas de arena se tomaron en cuenta las zonas de barrido del oleaje, de arenas húmedas y de arenas secas. Los muestreos siempre se realizaron durante el día, principalmente en las horas de bajamar. Las fechas y horas de recolecta se planearon una vez consultadas las tablas de predicción de mareas publicadas por CICESE en su página de internet *http://oceanografia.cicese.mx/predmar*. En el caso de las playas de arena fue necesario excavar y cribar la arena para localizar las especies infaunales, para lo cual se utilizaron tamices con luz de malla de 1.5 y 10 milímetros.

Para estimar la abundancia se siguió la técnica de transecto por cuadrantes (Elliott, 1977), de 0.75 m^2, colocados a lo largo de líneas de transecto de 10 m cada una. En cada zona litoral (supralitoral, mesolitoral superior, medio e inferior) se colocaron dos transectos paralelos a la marca de mareas y los cuadrantes se ubicaron al azar a lo largo de cada uno de ellos. El tamaño de muestra fue siempre igual o mayor a 15 m^2 (20 cuadrantes) en todas las zonas del litoral. Se identificaron y contaron todos los moluscos observados vivos en los cuadrantes. Únicamente los organismos no identificados *in situ* fueron recolectados, preservados en alcohol a 70% y posteriormente identificados taxonómicamente en el laboratorio.

En el caso de la zona del infralitoral, hasta una profundidad de 20 m, los moluscos se recolectaron durante sesiones de buceo libre o autónomo siempre que fue posible hacerlo. En cada localidad se realizaron dos inmersiones de aproximadamente 45 minutos cada una, con equipo SCUBA, y siempre con el apoyo de pescadores y sus embarcaciones con motor fuera de borda. Se tomó en cuenta la experiencia de los pescadores buzos que se dedican principalmente a la captura de pulpo y langosta para la elección de los mejores sitios de recolecta. Los moluscos asociados a corales de Playa Mora, Bahía de Tenacatita, se extrajeron de 28 colonias (20 a 30 cm) de *Pocillopora* (*P. damicornis*, *P. capitata*, *P. verrucosa* y *P. meandrina*), que fueron separadas desde su base con martillo y cincel, y depositadas en cubetas con formol a 10% para su preservación y posterior traslado al laboratorio donde fueron totalmente fragmentadas para obtener los moluscos.

En los cuerpos de agua costeros, como es el caso de los esteros, la búsqueda para la recolecta se amplió a la vegetación asociada a los márgenes y al fondo (*e.g.*

macroalgas, raíces de mangle). En cada localidad se recolectaron entre uno y cinco ejemplares de cada especie, de acuerdo con su abundancia, se depositaron en bolsas de plástico y se fijaron en una solución de formaldehído y agua de mar a 10%. Estos ejemplares se transportaron al Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) de la Universidad de Guadalajara (UdeG) de esa ciudad, en donde fueron lavados con agua corriente para eliminar el formaldehído. Posteriormente se les depositó en frascos de plástico con tapa de rosca en nuevo formaldehído a 10% neutralizado con borato de sodio, con una nueva etiqueta con los datos de campo para su posterior manejo e identificación. Ésta se realizó utilizando bibliografía taxonómica especializada, particularmente Emerson (1962), Fisher *et al.* (1995); Morris (1966), Keen (1971, 1975), Abbott (1974), Keen y Coan (1974), Lindner (1975), Rehder (1981), Abbott y Dance (1982), Sabelli (1982) y Steiner y Kabat (2001); además de los catálogos de Holguín-Quiñonez y González-Pedraza (1994) y Sevilla (1995). Se tomaron en cuenta las actualizaciones taxonómicas sugeridas por Skoglund (1991, 1992).

Se estableció una colección malacológica con todos los especímenes debidamente preservados en frascos de plástico tipo PET en el LEMA de la UdeG. Asimismo, se elaboró una base de datos con la siguiente información para cada especie: nombre común y científico, sinonimia, número y localidad de recolecta, coordenadas geográficas, fecha y nombre del recolector y del identificador taxonómico. Finalmente, se realizó un catálogo digital con los datos básicos correspondientes a todos los registros de moluscos de la región a partir de la información bibliográfica y de las recolectas.

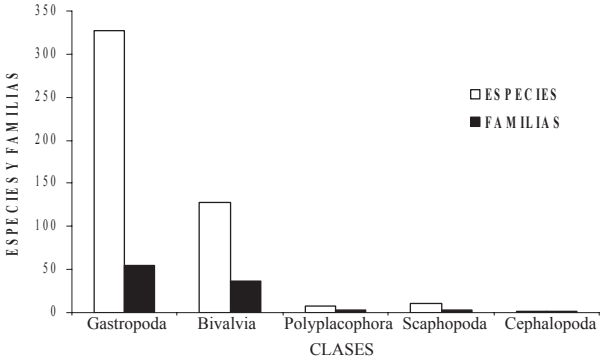
Resultados

Composición taxonómica

La fauna malacológica del litoral de Jalisco y Colima se caracteriza por tener elevada diversidad de especies, si bien ninguna de ellas es muy abundante. Se obtuvieron 475 especies de moluscos de la región. En la *tabla 1* se muestran los grupos taxonómicos registrados incluyendo órdenes, familias y géneros, los cuales conforman la base de datos y la colección resultantes de la presente investigación. Los gastrópodos de los órdenes Cephalaspidea, Anaspidea, Notaspidea, Sacoglossa y Nudibranchia, no fueron considerados en el presente trabajo. La mayoría de las especies de estos órdenes de moluscos no tiene concha externa y se conoce como babosas marinas. Las especies del Pacífico mexicano fueron recientemente revisadas por Hermosillo *et al.* (2006).

El mayor número de especies y familias correspondió a la clase Gastrópoda con 327 especies y 55 familias; para la clase Bivalvia fue de 128 especies y 36 familias. La clase Polyplacophora registró ocho especies y tres familias; la clase Scaphopoda, 10 especies y tres familias; y la clase Cephalopoda solamente dos especies y una familia (Fig. 2).

Figura 2
Número de especies y familias en las cinco diferentes clases de moluscos



(Gastrópoda: 327 especies, 55 familias; Bivalvia: 128 especies, 36 familias; Polyplacophora: 8 especies, 3 familias; Scaphopoda: 10 especies, 3 familias; Cephalopoda: 2 especies, 1 familia).

Gastrópodos y bivalvos. La clase Gastrópoda es la más diversa con 55 familias y 327 especies registradas en la costa de Jalisco y Colima. Catorce géneros representan 30.4% de todas las especies de gastrópodos, con más de cinco especies cada uno: *Terebra* (10), *Crucibulum* (10), *Conus* (9), *Nassarius* (8), *Crepidula* (8), *Strombina* (7), *Turritella* (7), *Natica* (7), *Olivella* (7), *Fissurella* (6), *Epitonium* (5), *Diodora* (5), *Lottia* (5) y *Mitra* (5). Los bivalvos presentaron también una elevada riqueza de especies. Cinco géneros de bivalvos registraron cinco especies cada uno; y éstas representaron 20% de todas las especies: *Nuculana*, *Anadara*, *Chione*, *Tellina* y *Lucina*. En las playas rocosas, la zona con mayor abundancia de gastrópodos es la supralitoral, aunque la más alta riqueza de especies se registra en el mesolitoral inferior (Tabla 2). Las especies de los géneros *Nodilittorina* son las más abundantes en las playas rocosas de la región; así, por ejemplo, en tres playas rocosas representativas de la costa de Jalisco se registraron densidades promedio de 508.2 y 140.9 ind·m^{-2}, en el caso de las especies *N. aspera* y *N. modesta,* respectivamente (Tabla 2). En estas playas se registraron al menos 64 especies de gastrópo-

Tabla 1
Grupos taxonómicos de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima

CLASE GASTRÓPODA (6 órdenes, 55 familias, 148 géneros, 327 especies). No se consideran los órdenes Cephalaspidea, Anaspidea, Notaspidea, Sacoglossa y Nudibranchia, según se explica en el texto.
Orden Archaeogastropoda, Familia Fissurellidae, Géneros: *Fissurella, Diodora;* Familia Patellidae, Género: *Patella;* Familia Acmaeidae, Géneros: *Lottia, Tectura;* Familia Neritidae, Géneros: *Nerita, Neritina;* Familia Trochidae, Géneros: *Calliostoma, Mirachelus, Solariella, Tegula, Astraea, Homalapoma, Turbo;* Familia Skenidae, Género: *Parviturbo*.
Orden Mesogastropoda, Familia Littorinidae, Género: *Nodilittorina, Littoraria*; Familia: Rissoellidae, Género: *Rissoella*; Familia Rissoinidae, Género: *Rissoina;* Familia Architectonicidae, Géneros: *Arquitectonica, Heliacus;* Familia Turritellidae, Géneros: *Turritella, Vermicularia;* Familia Modulidae, Género: *Modulus;* Familia Vermetidae, Géneros: *Petaloconchus, Serpulorbis, Tripsycha, Cyclostremiscus;* Familia Cerithidae, Géneros: *Cerithium, Bittium, Seila;* Familia Planaxidae, Género: *Planaxis;* Familia Potamididae, Género: *Cerithidea;* Familia Strombidae, Género: *Strombus;* Familia Epitoniidae, Géneros: *Amaea, Cythnia, Epitonium;* Familia Janthinidae, Género: *Janthina*; Familia Eulimidae, Género: *Eulima, Balcis*; Familia Hipponicidae, Género: *Hipponix;* Familia Vanikoridae, Género: *Vanikoro*; Familia Calyptraeidae, Géneros: *Calyptraea*, *Crepidula, Crepipatella, Crucibulum, Cheilea*; Familia Capulidae, Género: *Capulus*; Familia Naticidae, Géneros: *Eunaticina, Natica, Polinices, Sinum;* Familia Triividae, Género: *Trivia;* Familia Cypraeidae, Géneros: *Cypraea, Zonaria;* Familia Ovulidae, Géneros: *Jenneria, Simnia*; Familia Tonnidae, Género: *Malea;* Familia Cassididae, Géneros: *Cypraecassis, Morum;* Familia Fisidae, Género: *Ficus*; Familia Cymatiidae, Género: *Cymatium, Distorsio;* Familia Bursidae, Género: *Bursa*.
Orden Neogastropoda, Familia Muricidae, Géneros: *Aspella*, *Bizetiella*, *Chicoreus*, *Eupleura*, *Hexaplex*, *Homalocantha*, *Murex*, *Muricopsis*, *Phyllocoma;* Familia Coralliophilidae, Géneros: *Coralliophila, Quoyula*; Familia Thaididae, Géneros: *Stramonita*, *Mancinella, Stramonita, Thais, Morula, Neoparana, Plicopurpura;* Familia Buccinidae, Géneros: *Antillophos, Bailya, Cantharus, Engina, Northia, Phos, Trajana;* Familia Columbellidae, Géneros: *Columbella, Cosmiconcha, Costoanachis, Parvanachis, Mazatlania, Mitrella, Nassarina, Steironepium, Strombina;* Familia Melongenidae, Géneros: *Melongena*; Familia Nasariidae, Género: *Nassarius;* Familia Fasciolariidae, Géneros: *Fasciolaria, Fusinus, Latirus, Leucozonia, Opeatostoma*; Familia Volutidae, Género: *Enasta*; Familia Harpidae, Género: *Harpa*; Familia Olividae, Géneros: *Agaronia, Enaeta, Olivella*; Familia Vasidae, Género: *Vasum*; Familia Marginellidae, Géneros: *Phrygia,Volvarina*; Familia Mitridae, Géneros: *Mitra, Subcancilla, Thala*; Familia Cancellariidae, Género: *Cancellaria*; Familia Conidae, Género: *Conus;* Familia Terebridae, Géneros: *Hastula, Terebra*; Familia Turridae, Géneros: *Agladrillia, Borsonella, Calliclava, Carionodrillia, Compsodrillia, Crassispira, Daphnela, Drillia, Gemmula, Knefastia, Kurtzia, Kurtziella, Kylix, Leptadrilla, Lioglyphostoma, Nannodiella, Pilsbryspira, Polystira, Syntomodrillia, Tiarrituris, Zonulispira*
Orden Entomotaeniata, Familia Pyramidellidae, Géneros: *Odostomia*, *Pyramidella*, *Turbonilla* Orden Gymnophila, Familia Onchididae, Género: *Hoffmannola* Orden Basommatophora, Familia Melampidae, Géneros: *Melampus*, *Pedipes*; Familia Siphonariidae, Género: *Siphonaria*
CLASE BIVALVIA (7 órdenes, 36 familias, 71 géneros, 128 especies)
Orden Nuculoida, Familia Nuculidae, Género: *Nucula;* Familia Nuculanidae, Género: *Adrana, Nuculana* Orden Arcoida, Familia Arcidae, Géneros: *Anadara*, *Barbatia* Orden Mytiloida, Familia Mytilidae, Género: *Septifer, Brachidontes, Crenella, Lithophaga, Modiolus, Mytella* Orden Pterioda, Familia Pteriidae, Géneros: *Pteria, Pinctada*; Familia Isognomonidae, Género: *Isognomon*; Familia Malleidae, Género: *Malleus*; Familia Ostreidae, Géneros: *Crassostrea, Striostrea, Saccostrea, Hyotissa*; Familia Pectinidae, Géneros: *Argopecten, Cyclopecten, Leptopecten*; Familia Plicatulidae, Género: *Plicatula*; Familia Spondylidae, Género: *Spondylus*
Orden Veneroida, Familia Cardiinidae, Géneros: *Lophocardium, Nemocardium;* Familia Carditidae, Géneros: *Trachycardium, Trigoniocardia, Cardita*; Familia Crassatellidae, Géneros: *Crassinella, Eucrassatella*; Familia Kelliidae, Género *Kellia*; Familia Chamidae, Géneros: *Chama, Pseudochama*; Familia Donacidae, Género: *Donax*; Familia Limidae, Género: *Lima*; Familia Lucinidae, Géneros: *Divalinga, Lucina, Lucinoma, Pegophysema*
Orden Myoidea, Familia Corbulidae, Géneros: *Corbula, Polymesoda;* Familia Donacidae, Género: *Donax;* Familia Gastrochenidae, Género: *Gastrochaena*; Familia Hiatellidae, Género: *Hiatella*; Familia Myidae, Género: *Sphenia*; Familia Pholadidae, Género: *Barnea*
Orden Pholadomyoida, Familia Pandoridae, Género: *Pandora*; Familia Verticordiidae, Género: *Verticordia*; Familia Glycymerididae, Género: *Glycymeris*; Familia Noetiidae, Género: *Noetia;* Familia Mactridae, Géneros: *Mactra, Mulinia, Spisula, Subalata;* Familia Semelidae, Géneros: *Semele, Semelina;* Familia Solecurtidae, Géneros: *Solecurtus*, *Tagelus;* Familia Tellenidae, Géneros: *Macoma, Strigilla, Tellina;* Familia Thyasiridae, Género: *Thyasira;* Familia Ungulinidae, Género: *Diplodonta;* Familia Veneridae, Géneros: *Cyclinella, Chione, Dosinia, Gouldia, Lirophora, Periglypta, Pitar, Transennella*
CLASE POLYPLACOPHORA (1 orden, 3 familias, 5 géneros, 8 especies)
Orden Chitonidae, Familia Chitonidae, Género: *Chiton;* Familia Ischnochitonidae, Géneros: *Callistoplax, Radsiella, Stenoplax;* Familia Mopaliidae, Género: *Placiphorella*
CLASE SCAPHOPODA (2 ordenes, 3 familias, 4 géneros, 10 especies)
Orden Dentaliida, Familia Dentaliidae, Género: *Dentalium,* Familia Fustiariidae, Género: *Fustiaria*; Orden Gadilida, Familia Gadilidae, Géneros: *Siphonodentalium,Cadulus*
CLASE CEPHALOPODA (1 orden, 1 familia, 1 género, 2 especies)
Orden Octopoda, Familia Octopodidae, Género: *Octopus*

dos, de las cuales 23 fueron las más abundantes (>10 ind·m^{-2}) y pueden ser consideradas como dominantes. Muchas especies son exclusivas de un solo nivel intermareal como, por ejemplo, *N. aspera* y *N. modesta* en el supralitoral, *Littoraria pullata* en el mesolitoral superior y *Melampus tabogensis* y *Planaxis obsoletus* en el mesolitoral medio (Tabla 2). Un número importante de especies se encuentra exclusivamente en el mesolitoral inferior, muchas de las cuales se distribuyen también hacia el infralitoral, así como otras que se distribuyen ampliamente en la playa, como es el caso de *Lottia mesoleuca* y *Plicopurpura pansa*.

En el caso de los bivalvos, Esqueda *et al*. (2000) reportan cinco especies como las más comunes en algunas playas rocosas de Bahía Cuastecomate, Jalisco, entre las cuales, dos de la familia Mytilidae fueron las más abundantes: *Brachidontes adamsianus* (60.7 ind·m^{-2} en el mesolitoral medio) y *Choromytilus palliopunctatus* (61.3 ind·m^{-2} en el intermareal superior). También dos especies destacan por su amplia distribución en el intermareal: *Chama squamuligera*, desde la zona mesolitoral superior hasta la inferior; y *C. palliopunctatus*, desde el supralitoral hasta el mesolitoral medio; mientras que *Isognomon recognitus* y

Tabla 2

Densidad promedio (ind·m ^{2}) y distribución vertical de las especies de moluscos gastrópodos más comunes

	Especie	*SL*	*MS*	*MM*	*MI*
1	*Astraea unguis*				4.0
2	*Cantharus elegans*				4.7
3	*Cantharus sanguinolentus*				5.9
4	*Cerithidea mazatlanica*				0.2
5	*Cerithium gemmatum*			0.2	7.1
6	*Cerithium maculosum*				8.0
7	*Cerithium menkei*			0.5	1.6
8	*Cheilea cepacea*				0.2
9	*Columbella fuscata*			0.1	88.2
10	*Columbella major*				12.2
11	*Conus brunneus*				0.2
12	*Conus nux*				13.2
13	*Conus purpurascens*				0.5
14	*Coralliophila costata*				13.4
15	*Costoanachis nigrofusca*			0.5	12.7
16	*Crepidula lessoni*				0.5
17	*Crepipatella dorsata*				0.7
18	*Crucibulum cyclopium*				5.9
19	*Crucibulum scutellatum*				0.2
20	*Crucibulum umbrella*				1.2
21	*Cypraea albuginosa*				0.5
22	*Cypraecassis coarctata*				0.5
23	*Diodora inaequalis*				0.2
24	*Engina tabogaensis*			0.2	5.4
25	*Fissurella rubropicta*				2.6
26	*Fissurella virescens*			24.0	70.8
27	*Hipponix panamensis*				0.2
28	*Hipponix pilosus*				0.5
29	*Leucozonia cerata*			0.9	52.7
30	*Littoraria pullata*		29.6		
31	*Lottia dicors*				13.9
32	*Lottia mesoleuca*		3.3	58.1	9.2
33	*Lottia mitella*			0.7	3.1
34	*Lottia pediculus*			1.2	5.9
35	*Lottia strongiana*				1.2
36	*Mancinella speciosa*			0.2	20.0
37	*Mancinella triangularis*			0.9	11.1
38	*Melampus tabogensis*			0.2	
39	*Mitra lens*				0.7
40	*Mitra tristis*			0.5	1.4
41	*Mitrella guttata*			54.1	21.2
42	*Morum tuberculosum*				0.9
43	*Muricopsis zeteki*				0.5

	Especie	*SL*	*MS*	*MM*	*MI*
44	*Nerita funiculata*		616.0	191.5	
45	*Nerita scabricosta*		985.9	0.7	
46	*Nodilittorina aspera*	508.2			
47	*Nodilittorina modesta*	140.9	2.1		
48	*Olivella tergina*				0.2
49	*Opeatostoma pseudodon*		1.4	16.5	
50	*Patella mexicana*				0.9
51	*Planaxis obsoletus*			28.2	
52	*Plicopurpura pansa*		0.5	1.0	1.2
53	*Rissoina* sp.				0.5
54	*Siphonaria maura*		96.5	83.3	
55	*Siphonaria palmata*		197.4	801.4	
56	*Stramonita haemastoma*			0.7	8.7
57	*Tectura fascicularis*			6.6	26.4
58	*Tegula globulus*		16.9	107.1	
59	*Tripsycha centiquadra*				0.2
60	*Tripsycha tulipa*			0.2	
61	*Trivia sanguínea*				0.9
62	*Vanikoro aperta*			0.2	3.8
63	*Vermicularia pellucida*			0.2	
64	*Zonaria arabicula*				3.1
	Total especies	2	10	28	51

(>1 ind·m ^{2}) en tres playas rocosas representativas de la costa de Jalisco: La Manzanilla (Bahía de Tenacatita), La Virgencita (Bahía de Chamela) y Los Arcos (Bahía de Banderas). SL: Supralitoral, MS: Mesolitoral Superior, MM: Mesolitoral Medio, MI: Mesolitoral Inferior

Pteria sterna fueron más frecuentes en los mesolitorales medio e inferior. Estas composición y abundancia de moluscos gastrópodos y bivalvos son similares a las reportadas por González-Villarreal (1977), Yáñez-Rivera (1988) y Román-Contreras *et al*. (1991), para otras playas rocosas de Jalisco.

En la *tabla 3* se establece una comparación de la riqueza de especies de gastrópodos y bivalvos en playas rocosas, con diferentes grados de exposición al oleaje en la costa de Jalisco y Colima, de acuerdo con información tomada de Esqueda *et al.* (2000). Estas playas permiten revisar diferencias cuantitativas y cualitativas en la malacofauna, debidas a las condiciones de exposición al oleaje.

Poliplacóforos. Los poliplacóforos o quitones registraron ocho especies, todas en el intermareal rocoso. No se realizaron estimaciones de su densidad, empero, algunas especies fueron comunes en las playas rocosas, principalmente *Chiton articulatus* y *C. albolinia*tus.

Escafópodos. Los moluscos escafópodos recolectados corresponden a 221 individuos pertenecientes a 10 especies, que se incluyen en cuatro géneros (*Dentalium*, *Fustiaria*, *Cadulus* y *Siphonodentalium)* y dos familias (Dentaliidae y Siphonodentaliidae); y son las únicas consideradas por Emerson (1962) y Keen (1971) para la costa occidental de Estados Unidos de Norteamérica. Destaca la riqueza de especies de escafopodos en la zona de estudio, ya que se registran 10 (40%) de las 25 mencionadas por Keen (1971) para las costas de América tropical occidental. Estas especies pertenecen a la Provincia Panámica, siendo frecuente encontrar registros desde California o el Golfo de California hasta Panamá, la costa de Ecuador o las Islas Galápagos (Keen, 1971; Abbott, 1974).

Cefalópodos. Se registraron dos especies de la clase Cephalopoda, los pulpos *Octopus hubbsorum* y *O. bimaculatus*. La primera habita en fondos rocosos y está probablemente restringida a la zona de mareas y aguas someras de la zonas sublitoral (Roper *et al*., 1995). La segunda especie suele vivir en sustratos rocosos y coralinos desde el intermareal hasta 50 m de profundidad (Norman, 2000). Además, se registró un pulpo juvenil no identificado, asociado a corales (*Pocillopora* spp.) en Playa Mora de la Bahía de Tenacatita (Tabla 6).

Distribución por ambientes y tipos de sustrato

Las estaciones de recolecta con mayor número de especies fueron: La Calechosa, El Tamarindo y Los Ángeles en la bahía de Tenacatita, Jalisco, Localidad 47 (plataforma continental de Colima) y Localidad 30 (plataforma continental de Jalisco) (Tabla 4). Las localidades de Boca de Apiza, Cuyutlán, La Fortuna y Localidad 29 (plataforma continental de Jalisco), tuvieron solamente una especie.

Al revisar el número de individuos de todas las especies, registrado en los diferentes tipos de sustrato, se encuentra que los sustratos duros (rocas, conchas y corales) contienen 180 especies (30.3%); mientras que los sustratos suaves (arena, arcilla, limo y fango) 380 especies (64%) y los sustratos mixtos o

Tabla 3
Riqueza de especies de gastrópodos y bivalvos en algunas localidades de Jalisco y Colima con diferente grado de exposición al oleaje

Localidad	*Exposición al oleaje*	*Clase*	*Número de especies*	*Referencia*
Playa El Tamarindo, Bahía Tenacatita, Jalisco	Protegido	Gastrópoda	113	González-Villarreal, 2005
Playa Los Angeles, Bahía Tenacatita, Jalisco	Protegido	Gastrópoda	110	González-Villarreal, 2005
Playa La Manzanilla, Bahía Tenacatita, Jalisco	Semi-expuesto	Gastrópoda	41	Yáñez-Rivera, 1988
Playa La Virgencita, Bahía Chamela, Jalisco	Protegido	Gastrópoda	52	Yáñez-Rivera, 1988
Playa Los Arcos, Bahía Banderas, Jalisco	Semi-expuesto	Gastrópoda	45	Yáñez-Rivera, 1988
Playa La Calechosa, Bahía Cuastecomate, Jalisco	Protegido	Gastropoda, Bivalvia	12 4	Esqueda *et al*., 2000
Playa Bajada Arroyo, Bahía Cuastecomate, Jalisco	Semi-expuesto	Gastrópoda Bivalvia	11 2	Esqueda *et al.,* 2000
Playa El Laboratorio 1, Bahía Cuastecomate, Jalisco	Expuesto	Gastropoda Bivalvia	14 2	Esqueda *et al.*, 2000
Playa El Laboratorio 2, Bahía Cuastecomate, Jalisco	Semi-expuesto	Gastropoda Bivalvia	10 1	Esqueda *et al.*, 2000
Punta Carrizalillos, Bahía Cuastecomate, Jalisco	Semi-expuesto	Gastrópoda Bivalvia	15 3	Esqueda *et al.*, 2000

Fuente: modificado de Esqueda *et al*., 2000.

Tabla 4
Número de especies y registros para cada una de las localidades

Localidad	*Posición geográfica*	*Ambientes y Tipos de sustrato*	*Especies*
1. Boca de Apiza, Colima	18°45’00”- 103°40’00”	estero y playa de arena	1
2. Cuyutlán, Colima	18°54’55” - 104°04’28.5”	playa arenosa	1
3. La Fortuna, Bahía Chamela, Jalisco	19°34’09” - 105°06’00”	estero	1
4. Localidad 29 (plataforma continental de Jalisco)	19°31’07” - 105°09’07”	112 m, limo arcilloso	1
5. Localidad 24 (plataforma continental de Jalisco)	19°52’09” - 105°26’02”	23 m, limo arenoso	2
6. Localidad 23 (plataforma continental de Jalisco)	19°53’09” - 105°29’03”	51 m, limo arenoso	3
7. Mismaloya, Bahía Banderas, Jalisco	20°31’00” - 105°17’05”	playa rocosa y arenosa	3
8. Localidad 21 (plataforma continental de Jalisco)	19°52’00” - 105°29’09”	100 m, limo arcilloso	3
9. Localidad 34 (plataforma continental de Jalisco)	19°21’08” - 105°01’08”	64 m, limo arcilloso	4
10. Localidad 18 (plataforma continental de Jalisco)	20°02’07” - 105°34’03”	72 m, limo arenoso	5
11. Corrales, Bahía Banderas, Jalisco	20°24’54” - 105°40’00”	playa rocosa	5
12. Localidad 22 (plataforma continental de Jalisco)	19°52’00” - 105°27’08”	75 m, limo arenoso	6
13. Playa de Oro, Colima	19°07’47”- 104°30’01”	playa arenosa	6
14. Localidad 50 (plataforma continental de Colima)	18°42’05” - 103°53’02”	84 m, limo arcilloso	7
15. Isla Pajarera, Bahía Chamela, Jalisco	19°33’54”- 105°06’07”	playa rocosa y arenosa	8
16. Agua Dulce-El Ermitaño, Jalisco	20°05’03”- 105°35’00”	laguna costera-estero	9
17. Localidad 48 (plataforma continental de Colima)	18°50’05” - 103°58’04”	53 m, limo arcilloso	10
18. Localidad 25 (plataforma continental de Jalisco)	19°38’02” - 105°21’00”	98, limo arcilloso	11
19. Localidad 33 (plataforma continental de Jalisco)	19°18’08”- 104°59’07”	81 m, limo arcilloso	14
20. Quimixto, Bahía Banderas, Jalisco	20°30’00”- 105°22’55”	playa rocosa	14
21. Boca de Iguanas, Bahía Tenacatita, Jalisco	19°17’52”- 104°50’28”	playa rocosa y arenosa	14
22. Bajada del arroyo, Bahía Cuastecomate, Jalisco	19°13’05”- 104°43’55”	playa rocosa	15
23. El Laboratorio, Bahía Cuastecomate, Jalisco	19°14’00”- 104°45’03”	playa rocosa	16
24. Miramar, Bahía Santiago, Colima	19°06’04”- 104°07’00”	playa arenosa	17
25. Localidad 51 (plataforma continental de Colima)	18°43’08”- 103°49’06”	59 m, limo arcilloso	18
26. Islas Marietas, Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit	20°40’00”- 105°40’28”	playa rocosa	19
27. Localidad 26 (plataforma continental de Jalisco)	19°41’08” - 105°19’08”	60 m, limo arenoso	19
28. Punta Mita, Bahía Banderas, Jalisco	20°46’00”- 105°32’42”	playa rocosa y arenosa	22
29. Cruz de Huanacaxtle, Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit	20°44’45”- 105°22’55”	playa rocosa y arenosa	20
30. Islote Peña Blanca, Colima	19°05’59” - 104°27’00”	playa rocosa hasta 10 m	20
31. Olas altas, Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit	20°36’27”- 105°13’55”	playa arenosa	20
32. Frente al islote Peña Blanca, Colima	19°06’58” - 104°28’14”	playa rocosa y arenosa	27
33. Punta El Carrizal, Colima	19°04’27”- 104°26’57”	playa rocosa	28

34. Localidad 52 (plataforma continental de Colima)	18°45'08"- 103°47'03"	17 m, arena media	29
35. Localidad 35 (plataforma continental de Jalisco)	19°20'04"- 105°00'03"	48 m, limo arenoso	33
36. Careyes, Bahía Chamela, Jalisco	19°29'45"- 105°01'05"	playa rocosa y arenosa	37
37. Los Arcos, Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit	20°31'59"- 105°17'57"	playa rocosa	39
38. Caleta El Palmito, Jalisco.	19°13'09"- 104°47'00"	playa rocosa y arenosa	40
39. Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco	19°16'00" - 104°52'00"	comunidad coralina	40
40. Punta Pérula, Bahía Chamela, Jalisco	19°35'18"- 105°08'28"	playa rocosa y arenosa	42
41. Corrales, Bahía Banderas, Jalisco	20°25'10"- 105°41'06"	playa rocosa	42
42. Punta Graham, Jalisco	19°10'05"- 104°41'51"	playa rocosa	43
43. Isla Cocinas, Bahía Chamela, Jalisco	19°32'59"- 105°06'42"	playa rocosa y arenosa	46
44. Yelapa, Bahía Banderas, Jalisco	20°29'04"- 105°26'51"	playa rocosa y arenosa	48
45. Playa Virgencita, Bahía Chamela, Jalisco	19°32'45"- 105°02'14"	playa rocosa y arenosa	49
46. Bahía Santiago, Colima	19°06'53"- 104°23'57"	playa arenosa	51
47. La Manzanilla, Bahía Tenacatita, Jalisco	19°16'53"- 104°47'28"	playa rocosa	53
48. La Boquita, Bahía Santiago, Colima	19°06'27"- 104°24'51"	playa arenosa	59
49. La Audiencia, Bahía Santiago, Colima	19°06'52"- 104°21'00"	playa arenosa	65
50. Chimo, Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit	20°28'36"- 105°35'57"	playa rocosa	66
51. Localidad 30 (plataforma continental de Jalisco)	19°32'07"- 105°08'07"	73 m, limo arcilloso	97
52. Los Angeles, Bahía Tenacatita, Jalisco	19°17'52"- 104°49'57"	playa rocosa y arenosa	99
53. El Tamarindo, Bahía Tenacatita, Jalisco	19°16'30"- 104°52'30"	playa rocosa y arenosa	109
54. Localidad 47 (plataforma continental de Colima)	18°49'01"- 103°57'07"	41 m, arena media	115
55. Bahía Tenacatita, Jalisco	19°16'09"- 104°48'57"	playa rocosa y arenosa	117
56. La Calechosa, Bahía Cuastecomate, Jalisco	19°13'53"- 104°46'08"	playa rocosa	125
TOTAL DE ESPECIES			473

de macroalgas solamente 34 (5.7%) (Tabla 5). Muchas especies habitan en más de un tipo de sustrato, por lo que el número de especies anotado en la *tabla 5* (594) es mayor que el total registrado en el presente estudio (475).

En el intermareal rocoso, el ambiente mas estudiado, existe una diversidad alta de moluscos. El número de especies aumenta hacia los niveles inferiores (Tabla 2); sin embargo, algunas especies son muy abundantes en los estratos superiores de la playa, como en el caso de *Nodilittorina aspera, N. modesta, Nerita scabricosta, N. funiculata, Siphonaria maura* y *S. palmata*.

Los moluscos asociados a corales en el arrecife de Playa Mora corresponden a 40 especies, la mayoría gastrópodos (Tabla 6). En este tipo de ambiente y sustrato destaca la mayor abundancia de especies perforadoras, principalmente los bivalvos del género *Lithophaga* y el gastrópodo *Quoyula madreporarum*.

El número total de especies de moluscos asociados a macroalgas de playas rocosas fue de nueve, y todas correspondieron a gastrópodos (Tabla 7), la mayoría de los cuales fueron de talla pequeña, algunos con coloraciones tenues en la concha, lo que indica que se trata de juveniles. Especímenes de mayor talla, probablemente adultos, fueron encontrados sobre sustrato rocoso en las mismas playas.

Los tres diferentes tipos de sedimento que existen en la plataforma continental de Jalisco y Colima (Rios-Jara *et al*., 1996) son: Limo arcilloso (< 0.02 mm); Limo arenoso (0.02-0.015 mm); y Arena (>0.2 mm). La heterogeneidad de los sedimentos es mayor en áreas someras del submareal (18-60 m) donde el tipo de partícula varía desde arena y limo arenoso hasta limo arcilloso. En las áreas más profundas el sustrato es más homogéneo y con partículas de menor tamaño. La diversidad de moluscos es mayor en el sedimento limo arenoso (136 especies) que en los formados por arena y limo arcilloso (111 y 100 especies, respectivamente) (Tabla 5).

En el área de estudio, el número de especies de gastrópodos y bivalvos disminuye a profundidades mayores de 60 m, hasta que por debajo de los 83 m no se registran organismos vivos (López-Uriarte, 1989; Pérez-Peña y Ríos-Jara, 1998; Ríos-Jara *et al*., 2003c). El mayor número de especies por estación ha sido colectado en sustrato limo-arenoso y en arena media. En limo-arcilla la riqueza fue menor. Siete especies de gastrópodos destacan por su abundancia: *Cantharus pallidus, Fusinus dupetitthouarsi, Ficus ventricosa, Hexaplex brassica, Harpa conoidalis, Bursa nana* y *Crepidula perforans*. Estos organismos son carnívoros epifaunales, excepto *C. perforans*. Las especies epifaunales presentan mayor variedad de tamaños y hábitos alimenticios que las infaunales, lo que indica más alta radiación adaptativa; son organismos de tamaño considerable que se usan como alimento, carnada o en artesanías locales. Además, son parte de la fauna de acompañamiento de la captura de camarón en el Pacífico mexicano (García-Cubas *et al.*, 1986).

Los escafopodos se han recolectado en al menos ocho estaciones distribuidas en la plataforma continental de Jalisco y Colima a profundidades de entre 23 y 75 m (Ríos-Jara *et al*., 2003b, 2003c). Ocho es-

Tabla 5
Número de especies registradas en los principales ambientes costeros y tipos de sustrato del área de estudio

Ambiente	*Tipo de sustrato*			*Especies*
	DURO	SUAVE	MIXTO	
Playa rocosa	sobre rocas			112
		arena bajo rocas		10
			microalgas	9
			rocoso-arenoso	16
	Total en playa rocosa			147
Playa arenosa		arena		16
Estuarino			fango y rocas	9
Submareal	sobre rocas			18
	sobre conchas			10
	corales			40
		arena		111
		limo arenoso		136
		limo arcilloso		100
		fango		7
	Total en submareal			422
Total	180	380	34	

Tabla 6
Especies asociadas a corales en Playa Mora, Bahía de Tenacatita, Jalisco

Gastrópodos		*Individuos*	*Bivalvos*		*Individuos*
1	*Balcis sp.*	1	1	*Barbatia bailyi*	12
2	*Cantharus elegans*	6	2	*Brachidontes semilaevis*	4
3	*Capulus sericens*	1	3	*Cardita laticostata*	2
4	*Cerithium maculosum*	3	4	*Gastrochaena ovata*	12
5	*Crepidula aculeata*	6	5	*Kellia laperousi*	3
6	*Crucibulum lignarium*	3	6	*Lima hemphilli*	3
7	*Crucibulum monticulus*	1	7	*Lithophaga aristata*	90
8	*Crucibulum serratum*	1	8	*Lithophaga plummula*	38
9	*Crucibulum umbrella*	2	9	*Modiolus rectus*	2
10	*Cypraea* sp. (juvenil)	1	10	*Pseudochama panamensis*	11
11	*Diodora inaequalis*	2	11	*Plicatula spondylopsis*	3
12	*Hipponix grayanus*	1		Total bivalvos	180
13	*Hipponix panamensis*	8			
14	*Hipponix pilosus*	1	*Poliplacóforos*		*Individuos*
15	*Hipponix planatus*	4	1	*Callistoplax retusa*	3
16	*Leucozonia cerata*	1	2	*Chiton articulatus*	1
17	*Mancinella triangularis*	1	3	*Chiton* sp.1 (juvenil)	1
18	*Muricopsis zeteki*	2	4	*Radsiella petaloides*	1
19	*Nassarina melanosticta*	11	5	*Radsiella* sp.1	1
20	*Quoyula madreporarum*	90	6	*Radsiella* sp.2	1
21	*Rissoina stricta*	2		Total poliplacóforos	8
22	*Seila sp.*	2			
	Total gastrópodos	150	*Cefalópodos*		*Individuos*
			1	*Octopus* sp. (juvenil)	1
				Total cefalópodos	1
TOTAL MOLUSCOS					339

*El número de individuos corresponde al total encontrado en 28 colonias (20-30 cm) de los corales *Pocillopora damicornis*, *P. capitata*, *P. verrucosa*, *P. meandrina* durante cuatro muestreos (noviembre de 2002, marzo, julio y diciembre de 2003).

pecies representan 86% del total de individuos: *Fustiaria splendida* (21.3%), *Dentalium neohexagonum* (16.7%), *C. perpusillus* (11.3%), *C. fusiformis* (10.4%), *Dentalium* sp.2 (8.6%), C. *albicomatus* (5.9%), *F. brevicornu* (5.9%) y *Dentalium* sp.1 (5.9%). Algunas de estas especies se colectaron en un intervalo amplio de profundidad, otras sólo en las estaciones más hondas. Por otro lado, 77% de la abundancia relativa y 80%

Tabla 7
Especies de gastrópodos en las diferentes especies de macroalgas

Especie	*Macroalga*
Parvanachis gaskoini, P. pygmaea, Collumbella fuscata	*Caulerpa racemosa* var. *peltata*
Parvanachis gaskoini P. pygmaea, Cerithium adustum, Crepidula aculeata, Nodilittorina aspera	*Halimeda discoidea*
Parvanachis gaskoini, P. pygmaea	*Padina sp.*
Parvanachis gaskoini, Cerithium adustum, Crepidula aculeata	*Amphiroa dimorpha*
Columbella fuscata	*Amphiroa mexicana*
Conus princeps, Stramonita haemastoma	*Gracilaria crispata*
Parvanachis gaskoini, P. pygmaea, Collumbella fuscata, Crucibulum scutellatum, Nodilittorina aspera	*Hypnea pannosa*
Crepidula aculeata	*Polisyphonia hendry*

de la riqueza de específica se registró en las estaciones de mayor profundidad (72-75 m). A profundidades mayores de 75 metros no se encontraron organismos, posiblemente debido a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto. La mayoría de las especies se recolectó en más de uno de los tres tipos de sustrato (arena media, limo arenoso, limo arcilloso); lo que sugiere poca afinidad a algún tipo en particular; no obstante, en sustrato limo-arcilloso se encontró la mayor abundancia y riqueza de escafópodos.

Discusión

Existe gran biodiversidad de moluscos en las costas de Jalisco y Colima; en el presente estudio se registraron 475 especies, 229 géneros, 98 familias y 17 ordenes. Otras publicaciones, tales como catálogos y compilaciones, con mayor número de grupos taxonómicos, no detallan las especies que corresponden a localidades de estos estados y señalan únicamente su ámbito de distribución geográfica (Morris, 1966; Abbott, 1974, Keen, 1971, 1975; Lindner, 1975; Rehder, 1981; Abbott y Dance, 1982; y Sabelli, 1982). Por esta razón no pueden utilizarse para conocer la riqueza específica de la región.

Entre las publicaciones que reportan la riqueza de moluscos de la región se encuentra el trabajo de Holguín-Quiñonez y González-Pedraza (1994), que registra 228 especies con 131 de gastrópodos, 87 de bivalvos y 10 de poliplacóforos. Por otro lado, la publicación clásica de Keen (1971) sigue siendo el compendio más completo para el Pacífico mexicano.

La gran abundancia y variedad de especies encontradas durante el presente estudio indica la importancia de los moluscos en las comunidades bénticas costeras de Jalisco y Colima. En todas las recolectas, los gastrópodos representaron el taxón más diverso. Sin embargo, es notable la dominancia numérica de algunas especies. La dominancia es mayor en las playas rocosas, donde las especies de *Nodilittorina* y *Nerita* constituyen la mayoría de los individuos; empero, existen muchas especies raras representadas por uno o pocos individuos en las muestras.

Si bien no se registró algún endemismo de especies en esta región, es importante señalar que existen especies que merecen atención prioritaria, como la lapa gigante, *Patella mexicana;* el caracol gorrito, *Crucibulum scutellatum;* el caracol del tinte, *Plicopurpura pansa;* y la concha nácar o madre perla, *Pteria sterna*; debido a que se encuentran en riesgo, de acuerdo con la NOM-035-ECOL-1994 y 2001 (DOF, 1994, 2002). Es notable también que muchas especies, registradas en estudios llevados a cabo en localidades en la década de los ochenta (Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martell, 1982; Yáñez-Rivera, 1988; Sánchez-González, 1989), no se encontraron en recolectas recientes. Se trata de especies con conchas grandes y muy llamativas, como es el caso de los caracoles *Cypraecassis coarctata* y *Morum tuberculosum,* extraídas de las playas y que ocasionalmente se observan como artesanías en los centros turísticos playeros de la región. Un caso interesante es el registro de *Neritina virginea* en algunos esteros y lagunas costeras de Jalisco, como La Fortuna, Agua Dulce y El Ermitaño, ya que se trata de una especie del Golfo de México (Abbott, 1974). La especie es similar a *Theodoxus luteofasciatus*, por lo que Landa-Jaime (2001) sugiere que puede ser su homólogo más cercano en el Pacífico.

Las mayores abundancia y riqueza de especies de moluscos macrobénticos en sustratos duros son bien conocidas en los ecosistemas marinos; las playas rocosas y las comunidades coralinas son hábitats de gran heterogeneidad que ofrecen protección, alimento y sitios adecuados para la reproducción y el desarrollo de los moluscos; además, las playas son accesibles para el hombre, por lo que son ambientes bien estudiados. En la costa de Jalisco, las playas rocosas representaron el mayor número de sitios de recolecta.

Existe un patrón bien definido en la distribución vertical de la malacofauna asociada a playas rocosas, según el cual, la abundancia de los individuos disminuye desde el supralitoral hacia los niveles inferiores, mientras que el número de especies aumenta en esa

misma dirección. En el caso de los bivalvos, el número de especies también se incrementa desde el supralitoral hacia la zona intermareal inferior, pero la abundancia de individuos aunque es mayor en el mesolitoral medio, disminuye en el mesolitoral inferior.

Las playas rocosas fueron el ambiente con mayor riqueza, puesto que se obtuvieron 141 (29.7%) especies en las diferentes playas rocosas del área de estudio. Los gastrópodos dominaron en estas playas mientras que los bivalvos y poliplacóforos fueron menos frecuentes. Entre los gastrópodos destacan por su abundancia y frecuencia las especies de caracoles de los géneros *Nodilittorina*, *Nerita*, *Siphonaria* y *Plicopurpura*, así como las especies de lapas de los géneros *Fissurella, Tectura* y *Lottia* y los caracoles *Mancinella* y *Opeatostoma*. Entre los bivalvos destacan los géneros *Brachidontes* y *Choromytilus.* En el mesolitoral inferior las especies *Columbella fuscata* y *Tegula globulus* pueden representar hasta 50.5% de la malacofauna.

La mayoría de las especies de moluscos está asociada a sitios particulares del hábitat (*i.e.* grietas de las rocas, charcas intermareales, macroalgas, coral), que pueden variar en abundancia y disponibilidad. La distribución agregada fue también común, por ejemplo, algunas especies se agrupan en rocas a la orilla de esteros (*e.g. Neritina virginea*) o en microhabitats húmedos y sombreados de las playas rocosas (*e.g. Nodilittorina aspera*, *N. modesta*, *Nerita scabricosta* y *N. funiculata*). Estas agregaciones confieren protección contra los factores ambientales adversos. Los poliplacóforos se encuentran también en lugares protegidos, aunque con más frecuencia en sitios expuestos sobre rocas cubiertas por microalgas donde obtienen su alimento.

Las especies restringidas a los niveles superiores del intermareal de las playas rocosas (*e.g. Nodilittorina aspera*, *N. modesta*, *Nerita scabricosta* y *N. funiculata*) se encuentran agregadas en microhábitats particulares, como las grietas y oquedades húmedas y sombreadas; por lo que están bien protegidas de temperaturas elevadas y la desecación, los dos factores físicos más restrictivos durante los largos periodos de exposición en los niveles superiores de las playas (Lewis, 1964; Purchon, 1977).

Esta diferencia en la distribución vertical se relaciona estrechamente con la naturaleza transicional del hábitat litoral, que cambia desde condiciones casi terrestres a condiciones subacuáticas. Algunas de las adaptaciones que presentan los moluscos incluyen, por ejemplo, la habilidad de las especies del género *Siphonaria* para obtener oxígeno del aire utilizando un pulmón funcional (Keen 1971); estas lapas son muy comunes sobre rocas desnudas expuestas durante la bajamar. La gran capacidad de adhesión y la protección de las placas de los quitones son también adaptaciones importantes que les permiten protegerse del oleaje, la temperatura y la desecación.

La distribución vertical de algunos caracoles depredadores en las playas rocosas está relacionada con la posicion vertical relativa de su presa (Ríos-Jara, 1983), así como con otros factores tales como el apareamiento, la alimentación y la competencia. Además, muchas especies de moluscos presentan movimientos verticales relacionados con el ciclo de marea (Ríos-Jara, 1983).

El incremento en el número de especies de invertebrados en los niveles litorales inferiores de las playas ha sido relacionado directamente con la heterogeneidad del sustrato y el número de microhábitats. La variedad y la abundancia de las macroalgas aumentan la heterogeneidad en estos niveles y proveen refugio y alimento para muchos invertebrados, incluyendo los moluscos. Las algas proporcionan también protección y un sustrato adecuado para la puesta de huevecillos.

En las playas rocosas, las charcas mareales son refugio importante para gastrópodos, bivalvos y cefalópodos. Por ejemplo, en el mesolitoral inferior las especies de lapas *Fissurella rubropicta y F. virescens* fueron observadas en charcas junto a las macroalgas verdes *Bryopsis* y *Enteromorpha*, de las que probablemente se alimentan.

Las diferencias en el número de especies están relacionadas con la exposición al oleaje de estas localidades. Lewis (1964) considera que éste es quizá el factor más importante que influye en la presencia y la distribución de las comunidades de playas rocosas. Sin embargo, algunas especies son comunes en las playas rocosas donde la acción del oleaje es más intensa, en particular la *Patella mexicana* y la *Plicopurpura pansa*, las especies de los géneros *Fissurella*, *Siphonaria*, *Trimusculus*, *Calyptraea*, *Crucibulum*, *Lottia* y *Tectura*, además de la mayoría de los bivalvos. Estas especies presentan conchas fuertes de forma hidrodinámica y apertura amplia en el caso de los gastrópodos, lo cual indica gran resistencia al oleaje y a las corrientes, y mayor capacidad de adhesión al sustrato. En ese aspecto, destaca la especie *Calyptraea spirata*, comúnmente llamada caracol gorrito, que habita en playas rocosas expuestas y áreas con oleaje intenso. Se trata de una especie comestible muy apreciada por habitantes de la región de Bahía Chamela, Jalisco (Ríos-Jara *et al.*, 2003a). En la playa de Teopa, la especie se distribuye hasta los tres metros de profundidad, aunque su densidad es mayor en los niveles inferiores del intermareal. Además, el diámetro de la concha es mayor en las aréas con mayores exposición e intensidad del oleaje (Ríos-Jara *et al.*, 2004).

En las playas arenosas la riqueza y la abundancia de especies de moluscos fueron notablemente meno-

res. Es importante mencionar que se consideraron solamente organismos vivos, de manera que no se incluyen aquellas conchas encontradas comúmente en las playas de arena, arrastradas por las corrientes marinas.

El ambiente estuarino registró también poca riqueza de especies. Landa-Jaime (2001) reporta nueve especies vivas en el sistema lagunar estuarino Agua Dulce–El Ermitaño.

Los corales constituyen un hábitat importante para los moluscos de la región, considerados agentes biológicos de cambio ya que construyen y destruyen los arrecifes: los restos de su esqueleto calcáreo rellenan las ranuras y hendiduras mientras que las especies perforadoras erosionan el coral. En el arrecife de Playa Mora, Jalisco, tres especies perforadoras (*Lithophaga aristata, L. plummula* y *Quoyula madreporarum*) representaron 64.3% de los moluscos asociados a corales.

Únicamente se registraron dos especies de cefalópodos: los pulpos *Octopus hubbsorum* y *O. bimaculatus*; sin embargo, Keen (1971) reporta nueve especies en el Pacífico mexicano, de las cuales tres son pelágicas (género *Argonauta*) y seis corresponden a pulpos del género *Octopus*. Por otro lado, Roper *et al.* (1995) reconocen ocho especies de pulpo de importancia comercial en el Pacífico mexicano; siendo *Octopus hubbsorum* la más capturada. La distribución geográfica de esta especie incluye el Golfo de California (Keen, 1971; Hochberg y Fields, 1980; Roper *et al.*, 1995) y la Bahía San Carlos, Sonora (Berry, 1853). El primer reporte de esta especie en la costa de Jalisco y Colima fue de Aguilar y Godínez-Domínguez (1997) en Melaque, Jalisco; y recientemente fue recolectada en 24 localidades de la costa Pacífico de México, por lo que su área de distribución se extiende hasta Salina Cruz, Oaxaca (16°10' N, 95°14' O) (López-Uriarte *et al.*, 2005). Los especímenes fueron capturados desde la zona intermareal hasta los 15 metros de profundidad en sustratos rocosos y mixtos; los registros de Punta Pérula, Careyes, Melaque y Puerto Vallarta correspondieron a capturas de la pesca artesanal. Los pescadores de Jalisco y Colima señalan que *Octopus hubbsorum* es la especie que ha sustentado la pesca artesanal de pulpo en los últimos 20 años, lo que se pudo confirmar durante las visitas mensuales realizadas a las localidades de Punta Pérula y Careyes en Bahía Chamela durante 1999 y 2000, ya que después de revisar más de 6 000 especímenes producto de la pesca artesanal, *O. hubbsorum* constituyó 100% de las capturas y abundó durante todo el año. Los individuos de esta especie llegan a pesar más de 3 000 g. En el caso de *Octopus bimaculatus*, la especie fue registrada en la playa de Mismaloya, Bahía Banderas. Esta especie se reconoce por la presencia de dos ocelos muy evidentes, con anillos azul iridiscente, localizados abajo de cada ojo, cerca de la base de los brazos del segundo y el tercer pares (Roper *et al.*, 1995; Norman, 2000).

Aunque la pesquería de cefalópodos es importante en el Pacífico mexicano, las investigaciones sobre este grupo taxonómico son puntuales. En la región los estudios han sido escasos, lo que ha redundado en errores en la identificación de las especies (Voss, 1973; García-Cubas *et al.*, 1986; Leyva-Villarreal *et al.*, 1987; González *et al.*, 1990; Rodríguez-Mata, 1966). Es recomendable, entonces, una revisión extensa de la biología, la ecología, la taxonomía y la distribución de los cefalópodos mexicanos.

Se ha registrado malacofauna viva (gastrópodos, bivalvos y escafópodos) hasta los 83 metros de profundidad en la plataforma continental de Jalisco y Colima (López-Uriarte, 1989; Pérez-Peña, 1989; Pérez-Peña y Rios-Jara, 1998; Ríos-Jara *et al*., 2003c). La ausencia de organismos vivos en estaciones más profundas probablemente esté relacionada con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<0.8 mg·l^{-1}), registradas en esta región en aguas con profundidades mayores a 100 metros (Guzmán-Arroyo y Flores-Rosas, 1988). La intrusión de una capa con un contenido bajo de oxígeno a la plataforma continental y su agotamiento en las regiones más profundas con circulación restringida, pueden limitar la biomasa total y la composición de especies de las comunidades bénticas (Parsons *et al*., 1984), como ha sido registrado en el Golfo de California (Guerrero-Pelcastre, 1986) y en la plataforma continental de Guerrero, México (Lesser-Hiriart, 1984). Además, la salinidad y el pH del agua adyacente al fondo marino presentaron pocas variaciones en las localidades de la plataforma continental donde se recolectaron moluscos vivos. Los valores de salinidad se mantuvieron en el ámbito de los 33-35 ppm y los de pH de 8.0-9.1. En contraste, el oxígeno disuelto y la temperatura disminuyeron hacia las estaciones más profundas; las temperaturas registradas estuvieron entre los 15 y 30 °C, mientras que el oxígeno disuelto entre los 5.6 y 0.2 mg·l^{-1}.

Entre las especies más abundantes en la plataforma continental destacan la *Fusinus dupetitthouarsi*, la *Ficus ventricosa*, la *Hexaplex brassica,* la *Bursa nana* y la *Harpa conoidalis*, todas carnívoras epifaunales (Lindner, 1975). Las especies epifaunales tienen mayor variedad de tallas y hábitos alimenticios que las infaunales, lo que indica más alta radiación adaptativa. La mayoría de los individuos de estas especies fue capturada viva en los tres tipos de sustrato encontrados en el área de estudio y constituye un componente importante de la fauna de acompañamiento de

las pesquerías comerciales de camarón en el Pacífico mexicano (García-Cubas *et al*., 1986). Estas especies son usadas como alimento, carnada y en artesanías locales (Cifuentes-Lemus, 1986).

La mayoría de los trabajos previos sobre la malacofauna de la región se refiere a gastrópodos; los bivalvos han sido menos estudiados, mientras que muy pocas investigaciones tratan sobre poliplacóforos, escafópodos o cefalópodos. La mayor parte de los estudios se refieren a listados de especies con descripciones de las variaciones espaciales y temporales en relación con factores ambientales como tipo de sustrato, nivel intermareal, profundidad y localidades de muestreo.

No existe un trabajo coordinado sobre la biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima. La mayoría de las investigaciones se ha dedicado a estudiar áreas y temas bien delimitados, especialmente sobre la malacofauna encontrada en playas rocosas accesibles, en algunas bahías como Banderas, Chamela, Cuastecomate, Tenacatita, Santiago y Manzanillo. El conocimiento sobre la composición taxonómica y la abundancia de estas especies es razonablemente completo. Sin embargo, se cuenta con poca información sobre las comunidades de otros ambientes como estuarios, playas de arena y la plataforma continental, que incluyen una variedad diferente de especies.

Gran parte de los estudios presenta un listado taxonómico de las especies encontradas, además de los patrones de abundancia y distribución vertical (intermareal) o entre estaciones de muestreo. Aunque la mayoría es descriptiva, algunos de estos estudios analizan dichos patrones en función de factores ambientales físicos (*e.g.* tipo de sustrato, exposición al oleaje), si bien la información sobre el efecto de los factores biológicos (*e.g*. competencia, depredación) es más escasa. Casi todas estas investigaciones se realizan en la escala de comunidad; los estudios sobre la ecología poblacional de especies de moluscos son pocos y limitados a gastrópodos (*Plicopurpura pansa, Calyptraea spirata*) o cefalópodos (*Octopus hubbsorum*) y, en consecuencia, poco se sabe sobre muchos aspectos de la biología y de las interacciones interespecíficas, incluyendo el papel que desempeñan en el ecosistema.

Se requiere más investigación, especialmente estudios poblacionales sobre especies de importancia comercial, que ayuden a establecer criterios sobre una explotación racional y de aquellas especies consignadas en la NOM que necesiten algún tipo de protección especial. Es también importante realizar investigaciones diseñadas para entender el efecto de los factores ambientales en la distribución y la abundancia de los individuos, para conocer más sobre la ecología, la fisiología y el comportamiento de las especies. En la actualidad, la investigación con estas características es insuficiente en México, por lo que es recomendable ordenar y analizar las investigaciones anteriores y realizar un documento que permita establecer las prioridades y los criterios para la investigación malacológica futura para la región y todo el país.

Notas sobre la importancia comercial de la malacofauna de la región

Los gastrópodos, bivalvos y poliplacóforos de la región son utilizados para consumo humano y como carnada, o para su venta local; sus conchas son muy apreciadas como piezas decorativas y utilizadas para la fabricación de artesanías. No existe una explotación bien organizada acompañada de comercialización adecuada, y son recolectados manualmente en las playas o mediante buceo con compresor durante la pesca de langosta y pulpo. Sin embargo, son importantes en la economía familiar de la región, ya que proveen alimento e ingresos económicos por la venta directa de su carne y sus conchas. Su demanda y su venta en restaurantes, mercados de mariscos, bares y coctelerías es variable a lo largo del año debido a que depende de costumbres y tradiciones (semana santa, periodos de vacaciones y fiestas decembrinas), así como de las condiciones climáticas (marejadas y temporales). El pulpo *Octopus hubbsorum* es el principal recurso pesquero entre los moluscos de la región, además de ser importante en todo el Pacífico mexicano (López-Uriarte *et al.*, 2005); su captura y su comercialización representan una fuente de ingresos importante, aunque se distribuye sólo en el ámbito local o regional.

Los moluscos ocupan el cuarto lugar nacional en volúmenes de captura, después de los peces de escama, los elasmobranquios y el camarón. En 1997, moluscos como el calamar, el pulpo, el caracol y el abulón, ocuparon los lugares tercero, sexto, décimo y décimoprimero en el volumen de producción pesquera en México, respectivamente (Anónimo, 2000). En la costa de Jalisco la pesca artesanal de pulpo es relevante durante todo el año, sobre todo entre los meses de marzo a octubre. La especie capturada es *Octopus hubbsorum* y es diferente a la del Golfo de México. Durante la temporada de mayor captura, satisface la demanda de las poblaciones ribereñas, incluyendo Puerto Vallarta, Barra de Navidad y Melaque; también se comercializa hacia los estados vecinos y la ciudad de Guadalajara.

La *tabla 8* muestra las principales especies de moluscos utilizadas por el hombre en la región, en-

tre las que destacan, por su carne y concha, el caracol panocha (*Astraea*), el caracol burro (*Strombus*), el caracol gorrito (*Calyptraea spirata*), el caracol chino, que incluye un grupo de especies morfológicamente similares de la familia Muricidae (géneros *Murex*, *Hexaplex*, *Homalocantha*, *Muricanthus* y *Muricopsis*), el caracol calavera (*Malea rigens*), el corneta (*Fasciolaria*) y el cambute (*Cantharus*); todas especies de talla mediana a grande, por lo que son muy apreciadas. Además, el caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*), valorado por su tinte, es otro recurso explotado en las costas de Jalisco en años anteriores (Ríos-Jara *et al.,* 1994; Michel-Morfín *et al*., 2002), empero, en la actualidad no existen evidencias de uso de este recurso en la región. Algunas especies son muy escasas, como la lapa gigante (*Patella mexicana*) debido a que sus poblaciones fueron sobreexplotadas en la decada de los años setenta.

Entre los bivalvos destacan la pata de mula (*Anadara*), la almeja indio (*Glycymeris),* el callo margarita (*Spondylus princeps*), la madreperla (*Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*) y los ostiones (*Crassostrea columbiensis, C. corteziencis, Striostrea prismatica y Saccostrea palmula)*. Los poliplacóforos, también llamados quitones o cucarachas de mar, son utilizados para autoconsumo y como carnada por los pobladores de la región; principalmente las especies del género *Chiton* encontradas en el intermareal rocoso de playas accesibles.

Tabla 8
Especies de moluscos de importancia comercial y su utilización en la región

Especie	*Nombre común*	*Utilización*
Gastrópodos		
Diodora digueti, D. fontaniana, D. inaequalis, Fissurella gemmata, *F. microtrema, F. nigrocincta, F. rubropicta, F. virescens, Lottia dalliana, L. discors, L. pediculus*, *L. mesoleuca*	Lapa	Las lapas de talla grande son recolectadas en el intermareal para autoconsumo y carnada. Las conchas usadas en artesanías.
Patella mexicana	Lapa gigante	Su carne es muy apreciada para consumo humano. Las conchas usadas en artesanías.
Tectura fascicularis, Mirachelus galapagensis, Calliostoma aequisculptum, Tegula globulus, Parviturbo stearnsii, Turbo fluctuosus, T. funiculosus, T. saxosus, T. squamiger, Nerita scabricosta, N. funiculata, Neritina virginia,Cerithium adustum, C. maculosum, C. menkei, C. stercusmuscarum, C. uncinatum	Caracol	Todas son especies de talla pequeña, por lo que tienen poco interés para consumo humano o carnada. Las conchas son usadas ocasionalmente en artesanías.
Astraea babelis, A. olivacea, A. unguis	Caracol panocha	Consumo humano. La concha pulida adquiere textura nácarada; es usada en artesanías y como pieza de ornato.
Strombus gracilior, S. galeatus	Caracol burro	Se consume su carne. La concha es grande, valorada como pieza de ornato y en artesanías.
Calyptraea mamillaris, *C. spirata*	Caracol gorro, gorrito	Su carne es muy apreciada para consumo humano.
Natica caneloensis, N. chemnitzii, N. grayi, N. othello, N. scethra, N. broderipiana, N. elenae, Polinices caprae, P. helicoides, P. ubre	Caracol luna	Conchas valoradas como piezas de ornato y en artesanías.
Trivia californiana, *T. radians, T. sanguínea*		Conchas pequeñas muy ornamentadas, valoradas como piezas de ornato y en artesanías.
Cypraea albuginosa, C. isabellamexicana, C. cervinetta, C. annettae, Zonaria arabicula	Porcelanas	Conchas de forma globosa y textura porcelanizada muy valoradas como piezas de ornato y en artesanías.
Malea ringens	Caracol calavera	Se aprovecha su carne. La concha es grande, valorada como pieza de ornato.
Murex recurvirostris recurvirostris *Hexaplex brassica, H. erythrostomus, H. regius, Homalocantha oxyacantha* *Muricanthus princeps, Muricopsis jaliscoensis, M. zeteki*	Caracol chino, Caracol chino negro, Caracol chino rosado	Especies apreciadas por su carne. Conchas valoradas como piezas de ornato y artesanías. Después del pulpo, son los moluscos de mayor interés comercial en la región.
Cypraecassis coarctata, C. centiquadrata, Morum tuberculosum, Ficus ventricosa, Cymatium wiegmanni, C. lignarium, C. vestitum, C. gibbosum	Caracol	Caracoles de concha muy llamativa, usados en artesanías y como piezas de ornato.
Aspella pyramidalis, A. obeliscu, Phyllocoma scalariformis, Mancinella speciosa, M. triangularis, Stramonita haemastoma, Thais kiosquiformis	Caracol	Especies de talla pequeña a mediana, usadas ocasionalmente en artesanías.
Plicopurpura columellaris, P. pansa	Caracol de tinte	El tinte secretado por el caracol vivo es usado tradicionalmente en la textilería artesanal.

Especie	*Nombre común*	*Utilización*
Cantharus rehderi, C. berryi, C. sanguinolentus	Cambute	Se aprovecha carne y concha: grande y muy valorada.
Solenosteira macrospira, Engina maura, E. tabogaensis, Columbella fuscata, C. haemastoma, C. major, C. strombiformis	Caracol	Especies de talla pequeña a mediana, usadas ocasionalmente en artesanías.
Fasciolaria princeps, F. salmo	Caracol corneta	Se aprovecha su carne. La concha es grande y apreciada.
Latirus centrifugus, L. mediamericanus, L. tumens, Leucozonia cerata, Opeatostoma pseudodon, Fusinus dupetitthouarsi, F. colpoicus, F. fredbakeri, F. panamensis, Harpa crenata, H. conidalis	Caracol	Las conchas de estos moluscos son muy apreciadas por su forma y color. Se utilizan como piezas de ornato y en artesanías.
Oliva incrassata, O. polpasta, O. porphyria, O. spendidula, Agaronia propatula, Olivella aureocincta, O. gracilis, O. rehderi, O. riverae, O. sphoni, O. steveni, O. tergina	Porcelanas	Conchas porcelanizadas lisas, de color blanco, gris, marrón y amarillo, en ocasiones bandeadas; muy valoradas como piezas de ornato y en artesanías.
Vasum caestus	Caracol	Se aprovecha su carne y concha: grande y apreciada.
Conus brunneus, C. diadema, C. princeps, C. tiaratus. C. purpurascens, C. vittatus, C. dalli, C. regularis, C. nux	Conos, conitos	Caracoles de concha cónica, muy coloreados, usados como artesanías y piezas de ornato.
Bivalvos		
Anadara adamsi, A. mazatlanica, A. nux, A. perlabiata, A. formosa	Pata de mula	Su carne es muy apreciada para consumo humano. Las conchas usadas en artesanías.
Glycymeris maculata, G. strigilata	Almeja indio	Carne usada para consumo humano, ocasionalmente la concha en artesanías.
Brachidontes adamsianus, B. semilaevis, Mytella guyanensis, Modiolus capax	Mejillón	Se aprovecha la carne y concha aunque relativamente poco.
Lithophaga plumula, L. aristata		Bierosionador de pilotes de madera en puertos.
Pteria sterna	Madreperla, Concha nácar	Se aprovecha el nácar con fines cosméticos y la concha en artesanías.
Crassostrea columbiensis, Crassostrea corteziencis *Striostrea prismatica* *Saccostrea palmula, Hyotissa hyotis*	Ostra u ostion Ostión de mangle Ostión de roca	Su carne es usada para consumo humano y las conchas ocasionalmente en artesanías.
Argopecten circularis, C. pernomus, *Leptopecten biolleyi*	Almeja voladora	Concha usada como ornamento, su carne se consume poco.
Spondylus princeps unicolor	Callo margarita	Su carne es muy apreciada para consumo humano, su concha tiene valor ornamental.
Lima pacifica, Cardita affinis, C. crassicostata, C. laticostata, C. megastropha, Chama echinata, C. sordida, Trachycardium senticosum, T. panamense, T. belcheri, Trigoniocardia granifera, T. guanacastensis, T. obovalis	Almeja	La concha de estos bivalvos es usada como ornamento y en artesanías. La carne se consume poco.
Periglypta multicostata	Almeja	La carne y concha de esta almeja son muy apreciadas en la región.
Pitar berry, P. multispinosus, P. callicomatus, *P. conncinus*	Almeja	La concha es usada como ornamento y en artesanías.
Chione compta, C. undatella, C. gnidia, C. kelletti, C. mariae	Almeja roñosa	Su carne es usada para consumo humano, la concha tiene valor ornamental.
Tellina capenteri, T. coani, T. meropsis, *T. rubescens, T. lyrica, T. ulloana,* *Macoma undulata, Donax gracilis, Donax navicula*	Almeja	La concha de estas almejas es usada para ornamentos y artesanías.
Poliplacóforos		
Chiton albolineatus, C. articulatus, C. stokesii, *Radsiella muscaria, Stenoplax limaciformis, Callistoplax retusa,* *Placiphorella velata*	Quitón, Cucaracha de mar	La carne es utilizada por los pobladores ribereños para autoconsumo y también como carnada.
Cefalópodos		
Octopus hubbsorum	Pulpo	Su carne es muy apreciada, es la principal especie de molusco de valor comercial en la costa de Jalisco.

Referencias bibliográficas

Abbott, R.T. 1974. *American seashells*. Van Nostrand Reinhold. Nueva York. 663p.

Abbott, R.T. y S.P. Dance. 1982. *Compendium of seashells*. E.P. Dutton. Nueva York. 410p.

Aguilar-Chávez, S. 1995. *Estudio biológico pesquero del pulpo* Octopus *sp (Cephalopoda: Octopoda) en la costa sur del estado de Jalisco*. Tesis de Licenciatura. cucba-UdeG, Jalisco. 60p.

Aguilar, S.C. y E. Godínez-Domínguez. 1997. Presencia del pulpo *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopoda) en el Pacífico central mexicano. *Rev. Biol. Trop*., 45 (3): 253-260.

Alcalá-Moya, M.G. 1986. *Los pescadores de la costa de Michoacán y las lagunas costeras de Colima y Tabasco*. ciesas. Cuadernos de la Casa Chata 123. México. 131p.

Anónimo. 2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México*. Dirección General de Comunicación Social-inp, semarnap. México, 691p.

Bakus, G.J. 1968. Zonation in marine gastropods of Costa Rica and species diversity. *Veliger,* 10: 207-211.

Berry, S.S. 1853. Preliminary diagnoses of six west American species of *Octopus*. *Leaflets in Malacol*., 1: 51-58.

Castillo-Figa, M. 1992. *Sistemática, distribución, abundancia y variación estacional de los moluscos gasterópodos de la plataforma continental de Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. unam, México. 89p.

Cifuentes-Lemus, J.L. 1986. Los moluscos como alimento actual y futuro. *Memorias de la II Reunión de Malacología*, uat. pp. 123-154.

dof. 1994. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, México, Mayo 16, 1994.

dof. 2002. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, México, Marzo 6, 2002.

Elliott, J.M. 1977. Some methods for the statistical analyses of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biol. Ass., Scientific Publication* 25. 160p.

Emerson, W.K. 1962. A classification of the scaphopod mollusks. *J. Paleontology*, 36 (3): 461-482.

Esqueda, M,C. 1995. *Moluscos de la Bahía de Cuastecomate, Jalisco, México. (Clases: Gastrópoda y Bivalvia).* Tesis de Licenciatura. cucba, UdeG. México. 122p.

Esqueda, M.C., E. Ríos-Jara, J.E. Michel-Morfín y V. Landa-Jaime. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. *Rev. Biol. Trop*., 48(4): 765-776.

Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *GuÍa fao para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental*, I. fao, Roma. 646p.

Fonseca-Madrigal, J. 1998. *Algunos aspectos de la dinámica poblacional del caracol púrpura* Plicopurpura pansa *(Gould, 1853) en una playa rocosa de Yelapa, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. cucba, UdeG, Guadalajara. 43p.

García-Cubas, A., Z.C. Castillo-Rodríguez, A. Alvarez-Herrera y R. Muñoz-Chaguín. 1986. Moluscos comestibles en las costas de México. *Memorias de la Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología.* uanl y Soc. Mexicana de Malacología. Nuevo León, México. pp. 429-456.

González, R., S. Mejía, C. Lizárraga y O. Lizárraga.1990. *Artes y métodos de captura para el pulpo en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa*. Memorias de servicio social universitario. Escuela de Ciencias del Mar, uas, Mazatlán. 69p.

González-Villareal, L.M. 1977. Estudio taxonómico de los gasterópodos marinos de la Bahía de Tenacatita, Jalisco, México. Tesis de licenciatura, uag, México. 100p.

González-Villarreal, L.M. 2005. Guía ilustrada de los gasterópodos marinos de Bahía de Tenacatita, Jalisco, México. *Scientia*, 7(1): 1-84.

Guerrero-Pelcastre, V.M. 1986. *Sistemática y ecología de los moluscos bentónicos del Golfo de California*. Tesis de Licenciatura. enep Zaragoza-unam, México. 186p.

Guzmán-Arroyo, M. y E. Flores-Rosas. 1988. *Campaña Oceanográfica "Atlas V" Jalisco-Colima*. Informe de actividades del Instituto de Limnología. UdeG, Guadalajara. 9p.

Hendrickx, M.E. y R.C. Brusca. 2002. Mollusca. En: M.E. Hendrickx, R.C. Brusca and L.T. Findley (eds.). *A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, México*, 1, Invertebrates. Arizona-Sonora Desert Museum and Conservation Internacional. pp. 195-310.

Hendrickx, M.E., M.N. Van der Heiden y A. Toledano-Granados. 1984. Resultados de las campañas sipco (sur de Sinaloa, México) a bordo del b/o El Puma: Hidrología y composición de las capturas efectuadas en los arrastres. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol*. *unam*, 2(2): 107-122.

Hermosillo, A., D.W. Behrens y E. Ríos-Jara. 2006. *Opistobranquios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas océanicas*. conabio, Guadalajara. 143p.

Hochberg, F.G. y W.G. Fields. 1980. Cephalopoda: the squids and octopuses. En: R.H. Morris, D.P. Abbott y E.C. Haderlie (eds.). *Intertidal invertebrates of California*. Standford University Press, Standford, eu. pp. 429-444.

Holguín-Quiñones, O.E. y A.C. González-Pedraza.1994. *Moluscos de la franja Costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México*. ipn, México. 133p.

inegi. 1981a. *Síntesis geográfica de Jalisco*. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informativa, México, 306 pp.

inegi. 1981b. *Síntesis geográfica de Colima*. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informativa, México. 306p.

Keen, M.A. 1971. *Sea shells of tropical western America*. Standford University Press. Stanford, California. 1064p.

Keen, M.A. 1975. The seashells of tropical west America: Additions and corrections to 1971. *Occasional Paper no.1*. The western society of malacologists, Los Angeles. 66p.

Keen, M.A. y E. Coan. 1974. *Marine molluscan genera of western north Am*erica. Standford University Press. Stanford, California. 208p.

Landa-Jaime, V. 1991. *Moluscos bentónicos de la laguna costera de Agua Dulce, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 81p.

Landa-Jaime, V. 2001. *Moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino "Agua Dulce – El Ermitaño", Jalisco, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, unam, México. 93p.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 24(2): 155-167.

León-Álvarez, H.G. 1989. *Estructura poblacional, producción y tiempo de recuperación del tinte de* Purpura pansa *(Gastrópoda) en una playa rocosa de la Bahía de Cuastecomates, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 107p.

Lesser-Hiriart, H. 1984. *Prospección sistemática y ecológica de los moluscos bentónicos de la plataforma continental del estado de Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, unam, México. 107p.

Lewis, J.R. 1964. *The ecology of rocky shores*. English University, Londres. 323p.

Leyva-Villarreal, M.M., S.A. Osuna-Marroquín, A.L. Ley-Montoya, F. Cervantes- Galaviz y J.A. Quiñónez-Cruz. 1987. *Contribución al conocimiento biológico del pulpo* Octopus sp. *en la Bahía Mazatlán, Sinaloa, México*. Memorias de servicio social universitario. Escuela de Ciencias del Mar, uas. 79p.

Lindner, G. 1975. *Field guide to seashells of the world*. Van Nostrand Reinhold, Nueva York. 271p.

López-Uriarte, E. 1989. *Moluscos bivalvos de la campaña oceanográfica Atlas V: Plataforma continental Jalisco-Colima, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UdeG, Guadalajara. 109p.

López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara y M. Pérez Peña. 2005. Range extension for *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Mollusca: Octopodidae) in the mexican Pacific. *Bull. Mar. Sci*., 77(2): 171-175.

Méndez-Ruvalcaba, M.C. 2000. *Macroalgas y moluscos asociados del intermareal de la Cruz de Huanacaxtle, Bahía Banderas, Nayarit*. Tesis de Licenciatura. cucba. UdeG, Guadalajara. 44p.

Michel-Morfín, J.E., E. Chávez y L. González. 2002. Estructura de la población, esfuerzo y rendimiento de tinte del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas,* 28(4): 357-368.

Morris, P.A. 1966. *A field guide to shells of the Pacific coast and Hawaii*. Hougthon Mifflin, Boston. 297p.

Norman, M. 2000. *Guía de cefalópodos del mundo*. M&G Difusión, Alicante. 320p.

Nuño-Hermosillo, A. 1998. *La Clase Polyplacophora (Mollusca): Su estudio durante los últimos 25 años en diversas regiones del mundo*. Tesis de Licenciatura. cucba. UdeG, Guadalajara. 142p.

Parsons, T.R., M. Takahashi y B. Hargrave. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, Elmsford. 330p.

Pérez-Peña, M. 1989. *Moluscos gastrópodos de la campaña oceanográfica Atlas V: Plataforma continental Jalisco-Colima, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UdeG, Guadalajara. 114p.

Pérez-Peña, M. y E. Ríos-Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, México: species collected with a trawling net. *Ciencias Marinas,* 24(4): 425-442.

Purchon, R.D. 1977. *The biology of the Mollusca*. Pergamon Press, Elmsford. 560p.

Rehder, H.A. 1981. *The Audubon Society field guide to North American seashells*. Alfred A. Knopf, Nueva York. 894p.

Reyes-Aguilera, S. 1993. *Estimación poblacional, producción, fotooxidación y rendimiento del tinte de caracol* Purpura pansa *(Gould, 1853) de la zona sur del litoral rocoso de Jalisco.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 115p.

Ríos-Jara, E. 1983. *Estructura poblacional y actividad de* Acanthina lugubris *(Prosobranchia: Thaididae) en una playa rocosa de Bahía Todos Los Santos, Baja California, México*. Tesis de Maestría. cicese, Ensenada. 140p.

Ríos-Jara, E., C.C. Hernández-Cedillo, E. Juárez-Carrillo e I. Enciso-Padilla. 2004. Variations in density, shell-size and growth with shore height and wave exposure of the rocky intertidal snail, *Calyptraea spirata* (Forbes, 1852), in the tropical Mexican Pacific. *J. Shellfish Research,* 23(2): 545-552.

Ríos-Jara, E., C.C. Hernández-Cedillo, E. Juárez-Carrillo, I. Enciso-Padilla y A. Nuño-Hermosillo. 2003a. Aprovechamiento del caracol gorrito *Calyptraea spirata* (Forbes, 1952) (Prosobranchia: Calyptraeidae) en la costa central de Jalisco, México. *Revista Scientia,* 5(1-2): 31-41.

Ríos-Jara, E., H.G. León-Álvarez, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1994. Producción y tiempo de recuperación del tinte de *Plicopurpura patula pansa* (Neogastropoda: Muricidae) en Jalisco, México. *Rev. Biol. Trop*., 42: 537-545.

Ríos-Jara, E., E. López-Uriarte, M. Pérez-Peña y E. Juárez-Carrillo. 2003b. Nuevos registros de escafopodos para la costa de Jalisco y Colima, México. *Hidrobiología*, 13(2): 167-170.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1996. Additional gastropod records from the continental shelf off Jalisco and Colima, México. *Ciencias Marinas*, 22(3): 347-359.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. López-Uriarte y E. Juárez-Carrillo. 2003c Moluscos escafópodos de la campaña Atlas V (plataforma continental de Jalisco y Colima, México) a bordo del B/O El Puma. *Ciencias Marinas*, 29 (1): 67-76.

Rodríguez-Mata, F. 1966. *Aspectos biológicos y pesqueros del complejo* Octopus bimaculatus *Verrill, 1883 y* O. bimaculoides *Pickfor and McGonnauhey, 1949 (pulpos) de Bahía Zihuatanejo, Guerrero, México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. 64p.

Rodríguez-Sánchez, M.R. y J.A. Ramírez-Martell. 1982. *Contribución al estudio taxonómico de la Clase Bivalvia y Gasterópoda del Phyllum Mollusca, de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. uag, Guadalajara. 54p.

Román-Conteras, R., F.M. Cruz-Ábrego y A.L. Ibáñez-Aguirre. 1991. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *An. Inst. Biol.* unam. *Serie Zoología,* 62: 17-32.

Roper, C.F.E., M.J. Sweeney y F.J. Hochberg. 1995. Cefalópodos. En: W. Fisher, F. Krupp, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (eds.), *Guía fao para la identificación de especies para los fines de pesca Pacífico Centro-Oriental,* I. fao, Italia. pp. 235-253.

Sabelli, B. 1982. *Guía de moluscos*. Grijalva, Barcelona. 512p.

Sánchez-González, G. 1989. *Contribución al conocimiento de la taxonomía de los gasterópodos marinos de Bahía de Santiago, Colima, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 198p.

Sevilla, M.L. 1995. *Moluscos de la franja costera de Chiapas, México*. ipn, México. 152p.

Skoglund, C. 1990. Additions to the Panamic Province Opisthobranch (Mollusca) Literature 1971 to 1990. *The Festivus*, 21:1-27.

Skoglund, C. 1991. Additions to the panamic province bivalve (Mollusca) literature 1971-1990. *The Festivus*, 22:1-74.

Skoglund, C. 1992. Additions to the panamic province gastropod (Mollusca) literature 1971-1992. *The Festivus,* 25:1-169.

Skoglund, C. 2001. Panamic Province Molluscan Literature: Additions and Changes from 1971 through 2000. I. Bivalvia II. Polyplacophora. *The Festivus,* 32:1-140.

Skoglund, C. 2002. Panamic Province Molluscan Literature Additions and Changes from 1971 through 2001. III. Gastropoda. *The Festivus:* 33:1-286.

Steiner, G. y A.R. Kabat. 2001. Catalogue of supraspecific taxa of Scaphopoda (Mollusca). *Zoosystema,* 23(3): 433-442.

Vermeij, G. J. 1972. Intraespecific shore level size gradients in intertidal molluscs. *Ecology*, 53(4): 693-700.

Voss, G. 1973. Cephalopod resources of the world. *fao Fishery Circ*., 149:1-75.

Yáñez-Rivera, J.L. 1988. *Estudio ecológico de las comunidades de gastrópodos macroscópicos de algunas playas rocosas de Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 90p.

Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México

Óscar Efraín Holguín Quiñones[*]

Resumen

Con información local, muestreos de campo en 14 localidades (1987 a 1989) y literatura consultada se identificaron los moluscos bentónicos más importantes. En costas y fondos someros de Michoacán, Colima y Jalisco se encontraron 78 especies de bivalvos, 104 de gasterópodos, dos de poliplacóforos y una de cefalópodo de interés económico o potencial; de ellas únicamente 30 especies tienen demanda comercial actualmente. Existe mayor diversidad específica y abundancia de moluscos en la franja intermareal y fondos someros en facie rocosa, en sustratos blandos y en bosque de mangle. En estos ambientes se distinguen principalmente ostiones, pulpos, caracol púrpura, caracoles chinos, hachas, almejas diversas y quitones. La cosecha promedio de moluscos bentónicos (1995-1999) para la región Pacífico central representa solamente el 2.13% del total de las capturas de moluscos bentónicos en el litoral del Pacífico mexicano.

Palabras clave: Moluscos costeros, interés comercial, Pacífico central mexicano.

Introducción

Los moluscos marinos han sido utilizados desde tiempos prehistóricos en todo el mundo por los pobladores ribereños para fines diversos, como lo menciona Rioja (1971). Se tienen registros de pueblos alejados del mar, como los de las culturas de la cuenca de México, que emplearon las conchas de moluscos marinos procedentes de las costas atlántica y pacífica para la manufactura de objetos ceremoniales o como ornamento, además de ingerir los organismos (Velázquez, 1999).

Los extensos litorales del Pacífico mexicano, incluyendo cuerpos de agua costeros y fondos someros de la plataforma continental, albergan alta diversidad de especies de moluscos. En la actualidad estos organismos son la fuente principal de ingresos económicos de numerosos pobladores ribereños y a la vez que los proveen de las proteínas, vitaminas y de los compuestos glicerofosfóricos, cloruros y carbohidratos necesarios para su dieta alimenticia (Cifuentes, 1986). Las especies a las que se les considera de mayor valor son las aprovechadas primordialmente en la alimentación humana, le siguen las que tienen valor decorativo u ornamental y despiertan el interés de coleccionistas y aficionados; y finalmente aquellas cuya importancia estriba en que de ellas se extraen productos o derivados aplicables en diversas actividades artesanales como la joyería y la cerámica, así como en la industria textil, cosmética y en medicina.

Los moluscos en su mayoría son comestibles: de los bivalvos, por lo general se aprovecha todo el contenido interno y de los gasterópodos, poliplacóforos y cefalópodos se desecha el contenido visceral y se consume únicamente la parte muscular que contiene proteínas fácilmente digeribles. Entre las características que favorecen el consumo de los moluscos están el tamaño, la apariencia y el sabor, así como el hecho de que se les atribuyen propiedades afrodisíacas.

En un periodo de cinco años (1995-1999), la cosecha de moluscos en los litorales del Pacífico mexicano sumó 435 206 toneladas (Anónimo, 2000), principalmente por altos volúmenes de captura del calamar gigante *Dosidicus gigas*, almejas y ostiones. Desafortunadamente, la inmensa mayoría de las especies bentónicas de importancia económica y alimenticia en los mares mexicanos tiene alto grado de deterioro en sus poblaciones naturales; entre ellos los moluscos, que han sido explotados indiscriminadamente, y por

* Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Laboratorio de Invertebrados. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n. Col. Playa Palo de Santa Rita, C.P. 23080, La Paz, B.C.S., México. Correo electrónico: oholguin@ipn.mx

la merma de sus poblaciones silvestres hay escasez en el mercado. Paralelo al incremento de la demanda, se eleva el costo del producto. Por otro lado, existen muchas especies que son utilizadas únicamente en la escala de autoconsumo o subsistencia y otras que, siendo comestibles, no se aprovechan, principalmente por ser de tallas pequeñas, pero que representan recursos potencialmente explotables. El caso de la concha madreperla *Pinctada mazatlanica*, importante proveedor de perlas, es un ejemplo fehaciente de abatimiento de poblaciones hasta casi su desaparición en el Golfo de California; de igual manera diversas especies de abulones, almejas y caracoles a lo largo de las costas del Pacífico mexicano se encuentran seriamente amenazadas e incluso algunas ya en riesgo de extinción.

Gran parte de los moluscos de interés comercial habita la franja intermareal y los fondos someros submareales, de tal manera que su extracción no representa dificultades mayores; así pues, muchos de ellos son extraídos manualmente mediante buceo libre en aguas someras o con equipamiento de inmersión en mayores profundidades. En particular, las zonas costeras y fondos someros de Michoacán, Colima y Jalisco padecen sobrepesca de diversas especies utilizadas tradicionalmente (púrpura, madreperla), o como alimento (lapas, almejas, caracoles), consecuencia del ascenso de la demanda debido al acelerado crecimiento de los centros de población y desarrollos turísticos (Holguín, 1991; Holguín y González, 1994). Por su condición tropical y diversidad de hábitats, esta región central del Pacífico reúne características oceanográficas favorables para la existencia de alta diversidad de especies pero éste no es el caso, lo que las diferencia de zonas altamente productivas como el Golfo de California o la costa occidental de la península de Baja California que, además de alta diversidad específica, disponen de elevadas biomasas de muchas especies, principalmente bivalvos y gasterópodos.

Las contribuciones más importantes para el conocimiento de los moluscos del Pacífico nororiental tropical y subtropical son las de Morris (1966), Keen (1971), Abbott (1974), Houston (1980), Bernard *et al*. (1991), Skoglund (1991 y 1992), Poutiers (1995a y 1995b) y Roper *et al.* (1995), quienes hacen referencia a más de 1 500 especies panámicas que se encuentran en aguas mexicanas en diversidad de hábitats, relacionadas principalmente con sustratos duros o firmes de tipo rocoso, pedregoso, coralino y de manglar, sustratos blandos arenosos, fango-arenosos y fangosos, así como en diversidad de condiciones, como estratos profundos, someros, intermareales, supralitorales y del ambiente pelágico. Entre cinco y diez por ciento de estos moluscos panámicos tiene valor comercial o se aprovecha para diversos fines (Holguín, 1991; Holguín y González, 1994). Holguín (1976) se refirió a 35 especies de importancia comercial del estado de Baja California Sur; García-Cubas *et al*. (1987) hicieron referencia a 55 especies comestibles de las costas mexicanas; Holguín (1991) citó 54 de las especies de mayor importancia del Pacífico mexicano y Arizpe (1992) se refirió a 38 especies comerciales y 41 potencialmente importantes del Pacífico mexicano.

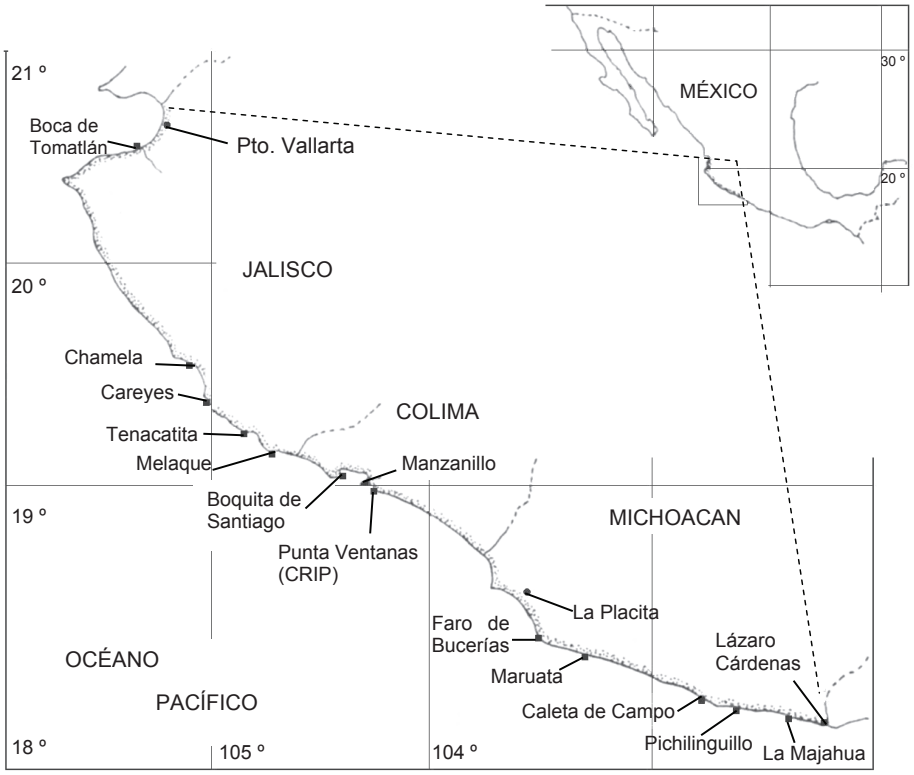
Las referencias a moluscos marinos costeros de Michoacán, Colima y Jalisco son muy escasas, más aún aquellas sobre su distribución regional y abundancia en el área. En tiempos más recientes han sido investigadores mexicanos, principalmente, quienes han aportado información, en su mayor parte enfocada a inventarios sistemáticos con anotaciones ecológicas de especies de interés económico y aspectos poblacionales de moluscos bentónicos de franja costera y fondos someros de la plataforma continental. Holguín y González (1994) hicieron la caracterización de 228 especies de moluscos costeros de Michoacán, Colima y Jalisco, destacando alrededor de 26 especies importantes. Finalmente, Ríos-Jara *et al.* (2001) analizaron la distribución y la abundancia de 24 especies de moluscos de interés comercial de profundidades de entre 24 y 83 metros.

Por otra parte, Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martell (1982), López-Uriarte (1989), Sánchez-González (1989), Yáñez-Rivera (1989), Holguín (1991), Landa-Jaime (1991 y 2003), Román-Contreras *et al.* (1991), Castillo-Figa (1992), Michel-Morfín *et al.* (1992 y 2002), Ríos-Jara *et al.* (1994 y 1996), González-Sansón *et al.* (1997), González-Villarreal (1997), Godínez-Domínguez y González-Sansón (1998), Landa-Jaime y Arciniega-Flores (1998), Pérez-Peña y Ríos-Jara (1998), Esquivel y Plascencia (1999) y Esqueda *et al.* (2000), abordaron diversos aspectos relacionados con estructura de poblaciones, biología, distribución y su relación con el medio ambiente. Debido a ello se cuenta con registros en la literatura de las principales especies de la región, fundamentalmente de las que se encuentran en el cinturón intermareal, en fondos someros, y hasta poco más de 100 m de profundidad.

Métodos y materiales

La franja costera de los tres estados abarca alrededor de 650 kilómetros, en su mayor parte con plataforma estrecha. Por su estructura fisiográfica, la costa de Jalisco es una sucesión de acantilados con playas arenosas de no gran extensión, en pequeñas bahías y cuerpos de agua costeros semicerrados, con excepción de Bahía Banderas. La costa de Colima se caracteriza por tener playas más abiertas, incluyendo las

Figura 1
Ubicación del área en estudio



(■) Localidades de muestreo, (●) Puntos de referencia.

de la bahía de Manzanillo, alternadas con salientes rocosas y cuerpos lagunares y estuarinos, y a lo largo de la costa de Michoacán predominan playas abiertas con limitadas porciones rocosas (Holguín y González, 1994).

El clima es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en el verano e invierno seco (García, 1973). La temperatura atmosférica en la franja costera varía entre los 42 °C como máxima extrema y 12.5 °C como mínima; el mes más caluroso es agosto y el más frío enero. La temperatura de las aguas superficiales del mar oscila entre los 20 °C (mínima) y los 31 °C como máxima extrema (Anónimo, 1978). Las precipitaciones medias anuales son del orden de 1 000 mm, a excepción de un área estrecha de clima cálido estepario no muy seco, al norte de Michoacán y sur de Colima, en donde las precipitaciones medias anuales son de apenas 850 mm (Tamayo, 1976).

En la franja intermareal y los fondos someros en facie rocosa, en profundidades medias con sustratos blandos y en bosque de mangle existe mayor diversidad de especies bentónicas; no obstante, las especies de moluscos en estos ambientes que llegan a tener importancia económica son relativamente pocas, entre ellas el caracol púrpura, los ostiones, caracoles chinos, las hachas, las almejas diversas, la pata de mula, los quitones y pulpos.

Las localidades que por sus características fisiográficas presentan mayor diversidad específica y a la vez abundancia de organismos son las conocidas como Boca de Tomatlán, Bahía de Tenacatita, Boquita de Santiago, Punta Ventanas y Faro de Bucerías. La mayor diversidad, aunque no precisamente de las especies comerciales, se aprecia en aquellas áreas que dan a mar abierto y son constantemente bañadas y golpeadas por el oleaje.

Entre 1987 y 1999 se llevaron a cabo seis campañas de muestreo (agosto y octubre de 1987, enero, junio y diciembre de 1988 y abril de 1999) en los litorales de Michoacán, Colima y Jalisco; se establecieron las siguientes estaciones permanentes para ello: Maruata y Faro de Bucerías en Michoacán, Punta Ventanas y Boquita de Santiago en Colima, y Melaque, Bahía de Tenacatita y Boca de Tomatlán en Jalisco. Otros puntos ocasionales fueron: Playa La Soledad, La Majahua, Caleta de Campo y Pichilinguillo en Michoacán, además de Careyitos, Playa de Mismaloya y Puerto Vallarta en Jalisco (Fig. 1).

El trabajo de campo realizado consistió exclusivamente en la recolección manual de moluscos, prin-

cipalmente en facie rocosa de la franja de mareas y en pozas de marea, sin utilizar algún tipo de muestreo cuantitativo. En fondos someros de diversa naturaleza se hicieron recolectas por buceo libre hasta profundidades de seis metros. El tipo de sustrato se determinó visualmente por su composición en rocoso, pedregoso, de material calcáreo grueso y fondos blandos (arenoso, fango-arenoso y fangoso). Asimismo se contó con especímenes de profundidades mayores a los seis metros, proporcionados por pescadores que operan con equipo semiautónomo utilizado en la pesca comercial.

El material biológico preservado en alcohol a 70% se depositó en la colección científica de invertebrados del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, en México, DF. Para identificar a todas las especies obtenidas se utilizaron las descripciones de Morris (1966), Keen (1971), Abbott (1974), Holguín (1976 y 1991), Houston (1980), Holguín y González (1989 y 1994) y Skoglund (1991 y 1992). La caracterización taxonómica y la actualización sistemática hasta especie se llevaron a cabo con base en Keen (1971) y Skoglund (1991, 1992, 2001a, 2001b y 2002).

Resultados y discusión

A pesar de que la malacofauna costera de los estados de Michoacán, Colima y Jalisco es muy diversa, ha sido poco estudiada en aspectos poblacionales tales como las abundancias y densidades por especie y área, tal vez por tratarse de una región que no rinde grandes volúmenes de moluscos por área, a diferencia de zonas muy productivas del noroeste del país. Los conocimientos sobre diversidad y distribución de las especies de costas y aguas someras de la región central del Pacífico mexicano se deben fundamentalmente a los registros que desde el siglo XIX hasta nuestros días han llevado a cabo reconocidos malacólogos extranjeros y en los últimos 20 años algunos investigadores mexicanos.

De acuerdo con los registros estadísticos más recientemente publicados (Anónimo, 2000), la producción media anual de moluscos para el periodo 1995-1999 en el litoral del Pacífico mexicano fue de 88 226.6 t en peso vivo, de éstas 80% fue a cuenta del calamar gigante *Dosidicus gigas*, especie pelágica. El restante 20% corresponde a otros objetos de pesca, especificados en los anuarios estadísticos (Anónimo, 2000), como abulón, almeja, ostión, caracol y pulpo. Los volúmenes de captura de moluscos de especies comerciales de las tres entidades son muy poco significativos, si los comparamos con el resto del litoral del Pacífico, y están referidos únicamente a calamar, ostión, pulpo y almejas, sin especificar especie.

Entre 1995 y 1999 las tres entidades registraron un total de 3 235.6 t de moluscos (en promedio 647 t anuales), lo cual representó 0.73% de la cosecha de moluscos de todo el litoral del Pacífico mexicano (441 133 t). Si de estos datos eliminamos el correspondiente al calamar gigante, dado que no es una especie bentónica, se tiene que de 1995 a 1999 el litoral del Pacífico aportó 88 037 t y las tres entidades obtuvieron únicamente 1 888 t de moluscos bentónicos, es decir, aproximadamente 2.13% del total para el Pacífico.

De las aproximadamente 1 500 especies de moluscos que describieron Keen (1971) y otros autores para aguas tropicales del Pacífico mexicano, un número considerable de ellas se encuentra en zonas costeras de Michoacán, Colima y Jalisco. Del total, de acuerdo con las observaciones realizadas durante los muestreos, así como con los registros hallados en la literatura consultada (Holguín, 1976 y 1991; Arizpe, 1992; Cifuentes, 1986; García-Cubas *et al*., 1987; Baqueiro, 1997; y Ríos-Jara *et al*., 2001), puede decirse que únicamente 30 especies tienen demanda comercial, en su mayoría destinadas a consumo humano y otras 90 especies son aprovechadas principalmente con fines ornamentales, para elaboración de artesanías, como alimento o para colecciones formales y de aficionados (Tablas 1 y 2). Se estima también que 65 especies más, aunque pequeñas en su mayoría, pueden ser destinadas para diversos usos o aplicaciones, dada su relativa abundancia y facilidad de extracción (Tabla 3).

Del grupo de los bivalvos destacan como objeto de comercio local los ostiones u ostras, que son un recurso popular muy importante en el aspecto nutricional. En los litorales, especialmente en áreas con manglar como lagunas costeras, ensenadas, bahías y esteros, son comunes y abundantes estos moluscos. Las especies más importantes son las conocidas como ostión de roca o de piedra (*Striostrea prismatica*), el ostión de mangle o de piedra (*Saccostrea palmula*), ambas de la familia Ostreidae; y el ostión de piedra o vieja (*Hyotissa hyotis*), de la familia Gryphaeidae. Los ostiones en general, como muchos otros moluscos, han mostrado alta sensibilidad a la presión de pesca; no obstante, son organismos de elevada fecundidad, rápido crecimiento y gran resistencia a factores ambientales adversos, lo cual favorece la recuperación de las colonias, siempre que se aplique la rotación de bancos o áreas de pesca (Sevilla, 1993). Por su carácter de filtradores retienen fácilmente los contaminantes, materia en suspensión y microorganismos patógenos que afectan directamente al consumidor, por ello no es conveniente la explotación de poblaciones

Tabla 1
Especies de moluscos bivalvos de Michoacán, Colima y Jalisco, México, según aprovechamiento y abundancia

Especies	*Especies Comerciales*	*Especies de utilidad diversa*	*Índice de abundancia*
Arca mutabilis		su, ar, dc, cl	e
Arca pacifica		su, ar, dc, cl	c
Anadara (Larkinia) multicostata	*X*	su, ar, dc, cl	e
Anadara (Anadara) tuberculosa	*X*	su, ar, dc, cl	e
Anadara (Cunearca) aequatorialis		su, ar, dc, cl	e
Anadara (Potiarca) nux		su, ar, dc, cl	e
Glycymeris (Tucetona) multicostata		su, ar, dc, cl	e
Choromytilus palliopunctatus		su, ar, dc, cl	c
Modiolus (Modiolus) capax		su, ar, dc, cl	e
Atrina maura	*X*	dc, cl	e
Atrina tuberculosa	*X*	dc, cl	e
Pinna rugosa	*X*	su, ar, dc, cl	c
Pteria sterna		ar, dc, cs, cl	r
Pinctada mazatlanica		su, ar, dc, cs, cl	e
Striostrea prismatica	*X*	su, ar, cl	c
Saccostrea palmula		su, cl	c
Hyotissa hyotis		su, ar, cl	r
Nodypecten subnodossus	*X*	ar, dc, cl	r
Argopecten circularis	*X*	ar, dc, cl	e
Sponylus calcifer	*X*	ar, dc, cl	e
Spondylus princeps	*X*	ar, dc, cl	e
Lima (Lima) tetrica		ar, dc, cl	e
Lima (Promantellum) pacifica		ar, dc, cl	e
Anomia (Anomia) peruviana		ar, dc, cl	e
Cardita (Byssomera) affinis		ar, dc, cl	e
Cardites crassicostata		ar, dc, cl	e
Codakia (Codakia) distinguenda		ar, dc, cl	e
Chama (Chama) mexicana		su, ar, cl	c
Trachycardium (Mexicardia) panamense		ar, dc, cl	e
Trachycardium (Mexicardia) procerum		ar, dc, cl	e
Trachycardium (Dallocardia) senticosum		ar, dc, cl	e
Papyridea aspersa		ar, dc, cl	e
Trigonocardia (Americardia) biangulata		ar, dc, cl	e
Laevicardium elenense		ar, dc, cl	e
Periglypta multicostata	*x*	ar, dc, cl	e
Ventricolaria isocardia		ar, dc, cl	e
Tivela (Tivela) byronensis		ar, dc, cl	e
Transenella (Transenella) modesta		ar, dc, cl	e
Pitar (Pitar) helenae		ar, dc, cl	e
Pitar (hysteroconcha) lupanaria		ar, dc, cl	e
Megapitaria aurantiaca	*x*	ar, dc, cl	e
Megapitaria squalida	*x*	ar, dc, cl	e
Dosinia (Dosinia) ponderosa	*x*	ar, dc, cl	r
Dosinia (Dosinia) dunkeri		su, ar, dc, cl	e
Chione (Chione) undatella	*x*	ar, dc, cl	c
Chione (Chione) californiensis	*x*	ar, dc, cl	e
Chione (?Chione) tumens		ar, dc, cl	e
Chionopsis amathusia	*x*	ar, dc, cl	e
Tagelus (Tagelus) californianus		ar, dc, cl	e
Tagelus (Tagelus) longisinuatus			

Interés comercial: (x). Utilidad diversa: subsistencia (su), artesanal (ar), decorativa (dc), cosmética (cs) y colecciones (cl). Índice de abundancia: Común (c), escasa (e), rara (r).

silvestres en áreas expuestas a descargas de aguas residuales y de contaminantes (Tabla 3).

Las hachas son también bivalvos sésiles pero, a diferencia de los ostiones, se encuentran ancladas mediante un biso, generalmente en fondos suaves de tipo arenoso, mezclado con material grueso y aun en fondos semifangosos. Estos moluscos de la familia Pinnidae constituyen un recurso muy apreciado en las regiones tropicales. Es común el hacha larga (*Pinna rugosa*) y en menor medida las hachas china (*Atrina maura*) y botijota (*Atrina tuberculosa*). El valor de estos bivalvos radica en el aprovechamiento del gran músculo aductor (callo), muy apreciado en el mercado nacional. Su creciente explotación en las costas mexicanas ha ocasionado un descenso drástico de los bancos comerciales. Como ocurre en áreas de elevada producción, su presencia es cíclica, con altibajos, debido a que cuando se deja de extraer el recurso temporalmente en una zona, hay una tendencia a la recuperación natural de los bancos.

Otras especies que se adhieren mediante un biso, pero que pertenecen a la familia Pteriidae, son la madreperla (*Pinctada mazatlanica*) y la concha nácar (*Pteria sterna*). Ambas especies son muy codiciadas por ser productoras de perlas naturales y del nácar, utilizado en joyería, cosmética y medicina. Las dos se encuentran en bajas concentraciones en el área y actualmente tienen protección especial (dentro de la Norma Oficial Mexicana) debido al agotamiento de los bancos naturales; empero, la extracción de autoconsumo y la comercialización del nácar, persisten.

Las conchas o almejas burra o chinas, pertenecientes a la familia Sponylidae (*Spondylus calcifer* y *S. princeps*) son organismos sésiles no gregarios, frecuentes, aunque no abundantes en fondos duros y de coral, que se siguen extrayendo de manera incidental. Se caracterizan por poseer un músculo comestible grande y concha gruesa; particularmente la de *S. princeps* tiene valor adicional por su belleza.

En fondos poco profundos se encuentran por lo menos dos especies de la familia Pectinidae conocidas como almejas mano de león y catarina (*Nodipecten subnodosus* y *Argopecten circularis*), y cuyo músculo aductor se cotiza alto en los mercados nacional e internacional. En el Golfo de California y en la costa occidental de la península de Baja California constituyen recursos muy importantes entre los moluscos, si bien hacia el sur del Pacífico mexicano, aunque están presentes, su extracción es puramente incidental. Las valvas son muy utilizadas para hacer artesanías.

Los mejillones (familia Mytilidae) se adhieren por medio del biso y tienen amplia distribución y demanda en el ámbito mundial. En el área de estudio, *Choromytilus palliopunctatus* y *Modiolus capax* son abundantes en zonas costeras y constituyen un recurso alimenticio; sin embargo, su captura es poco frecuente debido a que estas especies no alcanzan tallas atractivas para su consumo.

Las almejas sedentarias de la familia Arcidae, que no se adhieren a un sustrato, conocidas como pata de mula, comprenden varias especies; entre las más comunes se encuentran *Anadara multicostata* y *A. tuberculosa*, que son bivalvos de fondos suaves y fangosos y tienen demanda local. Actualmente estas almejas son escasas, posiblemente debido a que su hábitat se ha visto alterado por contaminación de diversa índole. Al igual que los ostiones, constituyen un alimento muy popular en estados vecinos como Nayarit y Sinaloa, en donde abundan en lagunas costeras, esteros y fondos someros. Las almejas de la familia Veneridae viven enterradas en fondos suaves; entre ellas las conocidas como chocolatas, que comprenden dos especies, la roja (*Megapitaria aurantiaca*) y la negra (*Megapitaria squalida*). Tienen gran demanda local, ya que en el mercado nacional se cotizan muy bien como alimento y su concha es buscada para actividades artesanales. Actualmente es rara su presencia en poblaciones naturales en el área de estudio, no obstante estas almejas se capturan vivas y se mantienen en viveros para su comercialización. La almeja blanca (*Dosinia ponderosa*) pertenece a la misma familia y es aprovechada como alimento y por su concha, especialmente en el Golfo de California, donde se le considera como una especie rara al sur de esta región, en la actualidad.

Las almejas chirlas o roñosas (*Chione undatella* y *C. californiensis*), también de la familia Veneridae, abundan en zonas someras de fondos suaves de este mismo golfo; son bivalvos de consumo popular, aunque su incidencia en el área de estudio hoy día es escasa y su consumo ocasional. Junto con estas almejas, la china gigante (*Periglypta multicostata*) de la misma familia, aunque de poca incidencia, se extrae regularmente junto con otras almejas de la zona.

En la clase Gastropoda se agrupan algunas especies de caracoles y lapas que son importantes por el contenido alimenticio de su masa muscular o pie. Entre los mayormente explotados se encuentran los chinos, el negro y el rosado de la familia Muricidae (*Hexaplex nigritus, H. princeps, H. bassica, Chicoreus erythrostomus* y *C. regius*), habitantes de fondos someros duros y en áreas de sedimentos gruesos con materiales calcáreos. Son especies que constituyen un recurso alimenticio de importancia en el Pacífico tropical mexicano, sobre todo en el Golfo de California. Las conchas son muy valoradas por aficionados y coleccionistas y se emplean para confeccionar artesanías. Los caracoles burros de la familia Strombidae

Tabla 2
Especies de moluscos gasterópodos, poliplacóforos y cefalópodos de Michoacán, Colima y Jalisco, México, según aprovechamiento y abundancia

Especies	*Especies Comerciales*	*Especies de utilidad diversa*	*Índice de abundancia*
Gastropoda			
Patella (Ancistromesus) mexicana	*x*	ar, dc, cl	e
Turbo (Callopoma) fluctuosus		su, ar, dc, cl	c
Astraea (Uvanilla) olivacea		su, ar, dc, cl	e
Astraea (Uvanilla) ungis		su, ar, dc, cl	e
Turritella leucostoma		ar, dc, cl	e
Cerithium (Thericium) adustum		ar, dc, cl	c
Cerithium (Thericium) maculosum		ar, dc, cl	c
Planaxis obsoletus		ar, dc, cl	e
Strombus (Tricornis) galeatus	*x*	ar, dc, cl	e
Strombus (Strombus) gracilior	*x*	ar, dc, cl	e
Strombus (Lentigo) granulatus	*x*	ar, dc, cl	e
Crepidula onix		ar, dc, cl	c
Crepidula striolata		ar, dc, cl	c
Crucibulum (Crucibulum) scutellatum		ar, dc, cl	c
Crucibulum (Crucibulum) spinosum		ar, dc, cl	c
Crucibulum (Crucibulum) umbrella		ar, dc, cl	c
Polinices (Polinices) ubre		ar, dc, cl	c
Cypraea albuginosa		ar, dc, cl	e
Cypraea cervinetta		ar, dc, cl	e
Cypraea arabicula		ar, dc, cl	c
Cypraea annetae annetae		ar, dc, cl	c
Malea ringens		cr, dc, cl	e
Cypraecassis (Levenia) coarctata		cr, dc, cl	r
Ficus ventricosa		cr, dc, cl	r
Cymatium (Cymatium) tigrinum		cr, dc, cl	r
Cymation (Turritriton) lignarium		cr, dc, cl	r
Cymation (Turritriton) gibbosum		cr, dc, cl	r
Hexaplex brassica	*x*	cr, dc, cl	e
Hexaplex nigritus	*x*	cr, dc, cl	e
Hexaplex princes		cr, dc, cl	e
Chicoreus (Phyllonotus) erythrostomus	*x*	ar, dc, cl	e
Chicoreus (Phyllonotus) regius	*x*	ar, dc, cl	e
Homalocantha oxyacantha		ar, dc, cl	r
Muricopsis zeteki		ar, dc, cl	e
Phyllocoma scalariformis		ar, dc, cl	e
Tripterotyphis fayae		ar, dc, cl	e
Mancinella speciosa		ar, dc, cl	c
Mancinella triangularis		ar, dc, cl	c
Thais (Vasula) melones		ar, dc, cl	c
Thais (Stramonita) biserialis		ar, dc, cl	c
*Plicopurpura pansa **	*x*	ar, dc, cl	c
*Plicopurpura columellaris**	*x*	ar, dc, cl	e
Neorapana muricata		ar, dc, cl	c
Melongena patula		ar, dc, cl	r
Pleuroploca princeps	*x*	ar, dc, cl	r
Leucozonia cerata		ar, dc, cl	e
Opeatostoma pseudodon		ar, dc, cl	c
Fusinus (Fusinus) dupetitthouarsi		ar, dc, cl	e
Harpa crenata		ar, dc, cl	e
Morum (Morum) tuberculosum		ar, dc, cl	e
Agaronia testacea		ar, dc, cl	e
Olivilla (Olivilla) gracilis		ar, dc, cl	e
Oliva (Strephona) polpasta		ar, dc, cl	r
Oliva (Strephona) incrassata		ar, dc, cl	e
Vasum caestu		ar, dc, cl	e
Conus (Asprella) arcuatus		*ar, dc, cl*	*e*
Conus (Conus) brunneus		ar, dc, cl	e

Especies	*Especies Comerciales*	*Especies de utilidad diversa*	*Índice de abundancia*
Conus (Conus) diadema		ar, dc, cl	e
Conus (Conus) gladiador		ar, dc, cl	e
Conus (Conus) princeps		ar, dc, cr	c
Conus (Chiloconus) purpurascens		ar, dc, cl	e
Conus (Stephanoconus) nux		ar, dc, cl	c
Conus (Leptoconus) virgatus		ar, dc, cl	e
Terebra glauca		ar, dc, cl	e
Terebra strigata		ar, dc, cl	c
Architectonica (Architectonica) nobilis		ar, dc, cl	r
Polyplacophora			
Chiton articulatus	*x*	su, cl	c
Cephalopoda			
Octopus hubbsorum	*x*	su	c

* El valor comercial reside sobre todo en el tinte púrpura, utilizado en la coloración de telas y tejidos artesanales

Interés comercial: (x). Utilidad diversa: subsistencia (su), artesanal (ar), decorativa (dc) y colecciones (cl). Índice de abundancia: Común (c), escasa (e), rara (r).

(*Strombus galeatus, S. gracilior* y *S. granulatus*), igualmente aprovechados por su pie musculoso y su concha, no obstante, en la región ocasionalmente se les encuentra en fondos suaves y praderas de algas. Son más abundantes en el Golfo de California.

Los caracoles púrpura de la familia Thaididae (*Plicopurpura pansa* y *P. columellaris*), habitan la franja rocosa de rompientes; se aprovechan no tanto como alimento sino por el tinte que segregan, y que tradicionalmente se ha empleado en el ramo textil artesanal, principalmente por grupos étnicos de las costas de Oaxaca, Michoacán y Jalisco. Si bien en la actualidad existe un programa de protección especial para estas especies, sí se permite a las comunidades indígenas la extracción del líquido tintóreo del caracol vivo. Debido a la explotación indiscriminada que se verificó en la década de los años ochenta, se observó un abatimiento en las tallas mayores a 40 mm en las costas de Oaxaca y Michoacán (Turok *et al.*, 1988). Actualmente sus poblaciones, al parecer, se encuentran estables.

Los caracoles tornillo (*Pleuroploca princeps*) de la familia Fasciolaridae, son grandes y elegantes y se extraen ocasionalmente durante las actividades de buceo, o con redes de arrastre en fondos suaves; no abundan, pero se aprovechan y comercializan por su músculo y su atractiva concha.

La lapa gigante de la familia Patellidae (*Patella mexicana*) fue abundante en zonas rocosas de rompientes todavía en la década de los años setenta. Es una especie sobreexplotada, de gran demanda por su pie musculoso, por lo que el estatus de la especie es crítico en la región. La concha es buscada para actividades artesanales.

Del grupo de los poliplacóforos, la llamada cucaracha de mar o quitón, perteneciente a la familia Chitonidae (*Chiton articulatus*), al igual que otras especies comerciales, tuvo poblaciones importantes en la franja costera rocosa, pero la extracción inmoderada de esta especie, aunque no constituye una pesca organizada, ha mermado las poblaciones, especialmente en los individuos de tallas mayores a los 60 milímetros.

Los pulpos de la clase Cephalopoda, familia Octopodidae, son muy importantes como recurso alimenticio. La principal especie que se captura, sobre todo en la franja costera, es *Octopus hubbsorum*, abundante en las costas del Pacífico tropical mexicano; sus poblaciones se consideran sanas. Los pulpos están entre los organismos bentónicos menos amenazados en el Pacífico.

No se puede afirmar que exista una pesquería organizada enfocada exclusivamente a moluscos bentónicos en las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, como sería el caso de las diversas pesquerías de gasterópodos y bivalvos en el Pacífico Norte y en el Golfo de California. Si acaso las extracciones de ostiones y pulpos puedan considerarse actividades más o menos constantes de algunos pescadores, con altibajos; las capturas diversas de organismos de fondo, incluyendo los vertebrados, ocupan la mayor parte de su tiempo.

La pesquería en el Pacífico mexicano de las especies arriba citadas, excluyendo el calamar, ha tenido variaciones, generalmente con tendencia a la baja. Ello se debe a que los pescadores, a causas del agotamiento de los campos de pesca, se ven obligados a explorar nuevas áreas así como a incrementar el esfuerzo para obtener el producto requerido por la demanda. La clave del desarrollo futuro está en la maricultura con base, fundamentalmente, en bivalvos nativos e introducidos; ejemplos fehacientes son la ostricultura, la mitilicultura y la perlicultura, actividades prósperas de altos rendimientos, fuente de alimento y divisas en muchos países. Las aguas marinas

Tabla 3
Especies de moluscos bivalvos, gasterópodos y poliplacóforos de Michoacán, Colima y Jalisco, México, de interés potencial como alimento y para diversos usos

Bivalvia	Gastropoda
Barbatia (Acar) bailyi	*Diodora inaequalis*
Barbatia (Acar) rostrae	*Fissurella (Cremides) gemmata*
Barbatia (Calloarca) alternata	*Fissurella (Cremides) microtrema*
Fugleria illota	*Fissurella (Cremides) nigrocincta*
Lunarca brevifrons	*Fissurella (Cremides) rubropincta*
Noetia reversa	*Fissurella (Cremides) spongiosa*
Cardites grayi	*Lotia acutapex*
Cardites laticostata	*Lotia discors*
Polymesoda (Polymesoda) mexicana	*Lotia mitella*
Polymesoda (Egeta) inflata	*Lotia stanfordiana*
Chama (Chama) echinata	*Tectura fascicularis*
Chama (Chama) sordida	*Tegula (Agathiostoma) globulus*
Arcinella californica	*Nerita (Ritena) scabricosta*
Trachycardium (Acrosterigma) pristipleura	*Nerita (Theliostyla) funiculata*
Tivela (Planitivela) planulata	*Vermicularia pellucida eburnea*
Pitar (Hysteroconcha) multispinus	*Eualetes centiquadra*
Pitar (Lamelliconcha) vinaceus	*Sepulorbis oryzata*
Chione (Chione) subimbricata	*Sepulorbis margaritaceus*
Chione (Lirophora) mariae	*Cerithium (Thericium) menkei*
Mactrellona clisis	*Cerithidea (Cerithideopsis) montagnei*
Mactrellona exoleta	*Hipponix antiquatus panamensis*
Strigilla chroma	*Hipponix pilosus*
Donax (Chion) punctatostriatus	*Calyptraea (Calyptraea) conica*
Donax (Paradonax) gracilis	*Calyptraea (Calyptraea) mamillaris*
Sanguinolaria (Sanguinolaria) tellinoides	*Calyptraea (Trochita) spirata*
Semele (Semele) flavescens	*Crepidula aculeata*
Semele (Semele) lenticularis	*Crucibulum (Crucibulum) cyclopium*
Pholas (Tovana) chiloensis	*Crucibulum (Crucibulum) monticulus*
	Natica (Natica) grayi
	Natica (Stigmaulax) elenae
	Natica (Stigmaulax) broderipiana
	Neverita (Glossaulax) reclusiana
	Trivia pacifica
	Trivia rubescens
	Jenneria pustulata
	Caducifer nigrocostatus
	Cantharus (Pollia) sanguinolentus
	Engina tobogaensis
Polyplacophora	
Chiton albolineatus	

litorales del Pacífico mexicano son propicias para el cultivo de diversas especies de bivalvos y gasterópodos. En el noroeste de México las prácticas de cultivo con ostiones y almejas perleras (*Pteria sterna*) ya se desarrollan exitosamente con técnicas diversas.

Existen muchas otras especies de moluscos que tienen importancia desde el punto de vista alimentario, no obstante, su extracción es incipiente y también escasa, ya que se emplean básicamente como modo de subsistencia y para el autoconsumo siempre que tengan el tamaño adecuado. También es común su recolección para utilizar sus conchas en la confección de artesanías; en esta actividad prácticamente cualquier especie se presta para ello, desde los pequeños caracoles del género *Littorina* hasta los de las mayores tallas posibles. No se debe pasar por alto que las conchas de ciertas especies raras y bellas de moluscos alcanzan precios muy elevados en el mercado de coleccionistas y aficionados, como es el caso de muchas de los géneros *Cypraea, Oliva, Natica, Architectonica, Harpa, Casmaria, Trivia, Conus, Jenneria, Ficus, Tellina, Semele, Lima, Argonauta*, etcétera.

Puede concluirse que la alta diversidad específica y la abundancia de moluscos en aguas mexicanas convierte a México en un país privilegiado, por ello es necesario instrumentar y aplicar políticas de manejo y cultivo apropiadas, que permitan proteger y a la vez que aprovechar los recursos explotados y los potencialmente utilizables. No se pueden ver con optimismo los incrementos en los niveles de extracción, realizados con base en poblaciones silvestres de las 30 especies comerciales aquí citadas y de otras que se emplean para el autoconsumo. Sin embargo, gran cantidad de especies de las costas del Pacífico central mexicano pueden aún suministrar alimento para el ser humano o material para el establecimiento de pequeñas empresas o industrias que procesen productos derivados de estos organismos y sus conchas.

Agradecimientos

Mi agradecimiento al Conacyt y a la Dirección de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional (actualmente CGPI-IPN) por los apoyos financieros recibidos entre 1987 y 1989. Asimismo a las siguientes personas: Ma. Luisa Sevilla Hernández, Antonio García Cubas (QPD), Aurora C. González Pedraza, Jorge Martínez Velasco, Gerardo Figueroa Lucero, David R. Segoviano Pérez (QPD), Celia Flores Granados y Juan M. Vivero Santos (QPD), por sus apoyos en la revisión del material biológico y por sus recolectas de campo. De manera especial a los revisores anónimos de este trabajo por sus comentarios y sugerencias.

Referencias bibliográficas

Abbott, R. T. 1974. *American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold, Nueva York. 663p.

Anónimo. 1978. *Temperatura y salinidad de los puertos de México en el Océano Pacífico*. d. h/m01-78. Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina, México. 49p.

Anónimo. 2000. *Anuario Estadístico de Pesca*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 272p.

Arizpe, C.O. 1992. *Los moluscos y su importancia comercial en el Pacífico mexicano*. uabcs. Libros universitarios. Serie Didáctica, La Paz. 219p.

Baqueiro, C.E. 1997. The Molluscan Fisheries of Mexico. En: C.L. MacKenzie Jr. (ed). *The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central Amerique and Europe*. noaa Technical Report nmfs 128. Departamento de Comercio de eu. pp. 1-17.

Bernard, F.R., S.M. McKinell y G.S. Jamieson. 1991. Distribution and zoogeography of the Bivalvia of the eastern Pacific Ocean. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.,* 112:1-60.

Castillo-Figa, M. 1992. *Sistemática, distribución, abundancia, y variación estacional de los moluscos gasterópodos de la plataforma continental de Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, unam. México, 89p.

Cifuentes, J.L. 1986. *Los moluscos como alimento actual y futuro*. Memorias de la II Reunión Nacional de Malacología. Sociedad Mexicana de Malacología y Conquiliología, Facultad de Ciencias- unam. Villahermosa, Tabasco. pp. 123-154.

Esqueda, M.C., E. Ríos-Jara, J.E. Michel-Morfín y V. Landa-Jaime. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. *Rev. Biol. Trop*., 48(4): 765-776.

Esquivel, M.A. y E.C. Plascencia. 1999. *Análisis de la problemática de la pesca de los estados de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 221p.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, unam, México. 246p.

García-Cubas, A., Z.G. Castillo, A. Álvarez y R. Muñoz. 1987. Moluscos comestibles de las costas de México. *Memorias de la III Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología,* Sociedad Mexicana de Malacología, uanl, Monterrey. pp. 429-456.

Godínez-Domínguez, E. y G. González-Sansón. 1998. Variación de los patrones de distribución batimétrica de la fauna macrobentónica en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24(3):337-351.

González-Sansón, G., B. Aguilar-Palomino, J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, E. Godínez-Domínguez, V. Landa-Jaime, J. Mariscal-Romero, J.E. Michel-Morfín y M. Saucedo-Lozano. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, Méxic*o* (primavera de 1995). *Ciencias Marinas*, 23(1):93-110.

González-Villareal, L.M. 1997. *Estudio taxonómico de los gasterópodos marinos de la Bahía de Tenacatita, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, uag, Guadalajara. 171p.

Holguín, Q.O. 1976*. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. México.* Instituto Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca- sic, México, 117p.

Holguín, Q.O. 1991. Notas sobre especies de moluscos de interés comercial del Pacífico mexicano. *Zool. Inf. 23. Revista de Divulgación Científica del Departamento de Zoología de la encb. ipn*. pp 19-41.

Holguín, Q.O. y A. González. 1989. Moluscos de la franja costera del estado de Oaxaca, México. *Atlas cicimar*, 7:1-221.

Holguín, Q.O. y A. González. 1994. *Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México*. ipn, México. 133p.

Houston, R.S. 1980. Mollusca. En: R.C. Brusca (ed.). *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona, Tucson, Arizona. pp. 130-204.

Keen, M.A. 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University, California. 1065p.

Landa-Jaime, V. 1991. *Moluscos bentónicos de la laguna costera Agua Dulce, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. UdeG, Guadalajara. 81p.

Landa-Jaime, V. 2003. Asociación de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México. *Ciencias Marinas,* 29(2):169-184.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24(2):155-167.

López-Uriarte, E. 1989. *Moluscos bivalvos de la campaña oceanográfica ATLAS V: Plataforma continental de Jalisco-Colima, México*. Tesis de Licenciatura, México. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 109p.

Michel-Morfín, J.E., E. Chávez y L. González. 2002. Estructura de la población, esfuerzo y rendimiento de tinte del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas* 28(4):357-368.

Michel-Morfín, J. E., C.C. Reyes-Aguilera, V. Landa-Jaime, E. Ríos-Jara y J.A. Rojo-Vázquez. 1992. Evaluación poblacional del caracol de tinte *Purpura pansa* en las costas de Jalisco. *Resumen del x Simposio Internacional de Biología Marina*, uabcs. La Paz, México.

Morris, P.A. 1966. *A field guide to Pacific coast shells.* The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Co. Boston, 297p.

Pérez-Peña M y E. Ríos-Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico: Species collected with a trawl net. *Ciencias Marinas,* 24(4):425-442.

Poutiers, J.M. 1995a. Bivalvos. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). *Guía fao para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. 1. Plantas e invertebrados. fao, Roma. pp. 110-221.

Poutiers, J.M. 1995b. Gasterópodos. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. 1. Plantas e invertebrados. fao, Roma. pp. 224-297

Rioja, E. 1971. *Zoología Hispanoamericana. Invertebrados*. Porrúa, México. 171p.

Ríos-Jara, E., H.G. León-Álvarez, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1994. Producción y tiempo de recuperación del tinte de *Plicopurpura patula pansa* (Neogastropoda: Muricidae) en Jalisco, México. *Rev. Biol. Trop*., 42: 537-545.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1996. Additional gastropod records from the continental shelf off Jalisco and Colima, México. *Ciencias Marinas*, 22(3): 347-359.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, E. López-Uriarte y E. Juárez-Carrillo. 2001. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexico. *Rev. de Biol. Trop*. 49(3):785-789.

Rodríguez-Sánchez, M.R. y J.A. Ramírez-Martell. 1982. *Contribución de las clases Bivalvia y Gastropoda del* Phylum Mollus-

ca *de la Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. UAG, Guadalajara. 54p.

Román-Contreras, R., F.M. Cruz-Ábrego y A.L. Ibáñez-Aguirre. 1991. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *An. Inst. Biol. Serie Zoología, UNAM,* 62(1): 17-32.

Roper, C.F.E., M.J. Sweeney y F.G. Hochberg. 1995. Cefalópodos. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol 1. Plantas e invertebrados. FAO, Roma. pp. 301-353.

Sánchez-González, G. 1989. *Contribución al estudio de la taxonomía de los gasterópodos marinos de la Bahía de Santiago, Colima*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 198p.

Sevilla, H.M.L. 1993. *Las ostras de México. Aspectos básicos para su cultivo*. Limusa, México. 165p.

Skoglund, C. 1991. Additions to the Panamic Province Bivalve (Mollusca) Literature 1971 to 1990. *The Festivus*, 23:1-74.

Skoglund, C. 1992. Additions to the panamic province gastropod (Mollusca) literature 1971-1992. *The Festivus,* 24:1-169p.

Skoglund, C. 2001a. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and Changes from 1971 through 2000. I Bivalvia. *The Festivus*, 32:1-119 .

Skoglund, C. 2001b. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and Changes from 1971 through 2000. II Polyplacophora. *The Festivus*, 32:1-20.

Skoglund, C. 2002. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and Changes from 1971 through 2001. III. Gastropoda. *The Festivus,* 33:1-286.

Tamayo, J.L. 1976. *Atlas del agua de la República Mexicana*. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México. 253p.

Turok, M., A. Singler, M.E. Hernández, J. Acevedo, R. Lara C. y V. Turcott. 1988. *El caracol púrpura, una tradición milenaria en Oaxaca*. Dirección General de Culturas Populares, SEP, México. 116p.

Velázquez, C.A. 1999. *Tipología de los objetos de concha del templo mayor de Tenochtitlan*. INAH, México. 134p.

Yáñez-Rivera, J.L. 1989. *Estudio ecológico de las comunidades de gasterópodos de algunas playas rocosas del estado de Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 79p.

Marco ambiental

Biología Crustáceos

Crustáceos demersales de importancia pesquera en la plataforma continental de Jalisco y Colima

Emilio Michel Morfin[*]
Judith Arciniega Flores[*]
Víctor Landa Jaime[*]
Rafael García de Quevedo Machain[**]

Resumen

Se analizaron la distribución y la densidad de las principales especies de crustáceos de fondos blandos con importancia pesquera a partir de cinco campañas de muestreo en siete sitios de las costas de Jalisco y Colima. Se incluyeron cuatro grupos formados por los camarones (peneidos y otras familias de camarones), jaibas (portúnidos), cangrejos (calápidos) y esquilas (estomatópodos). La captura total estuvo formada principalmente por peces y crustáceos portúnidos. Los camarones constituyeron, en promedio, entre uno y cuatro por ciento del total de las capturas por campaña de muestreo. Entre los camarones, la mayor abundancia fue de *Solenocera mutator* y *Trachysalambria brevisuturae*. Entre el resto de los invertebrados destacó el portúnido *Portunus xantussi affinis* por su abundancia en número y peso en todas las campañas de muestreo. Se discute el potencial de explotación de la fauna de acompañamiento del camarón.

Palabras clave: Pacífico tropical, crustáceos demersales, fondos blandos, camarones.

Introducción

La región del Pacífico central de México se distingue por ser una zona de transición entre la corriente fría de California y la corriente cálida de Costa Rica, lo cual origina la presencia de especies conspicuas en el área (Hendrickx, 1995a); y si bien no es una zona de alta producción pesquera, los fondos de la plataforma continental de esta región constituyen una zona alterna de arrastre para la flota camaronera del Pacífico en su paso del Golfo de California hacia el Istmo de Tehuantepec (González-Sansón *et al*., 1997).

La pesquería de camarón del Pacífico es la más importante en México por su beneficio económico, y por su volumen de captura ocupa el tercer lugar (Hendrickx, 1995a; Sierra-Rodríguez *et al.*, 2000). Según Wicksten y Hendrickx (1992), 39 especies de *Penaeoidea* se encuentran en aguas del Pacífico Este tropical (desde México hasta el norte de Perú), de las cuales, 35 presentan importancia pesquera actual o potencial en la región del Pacífico centro-oriental (desde México hasta el sur de Colombia) (Hendrickx, 1995b). En el Pacífico mexicano se conocen 31 especies de camarones *Penaeoidea* bentónicos, asociadas principalmente con la plataforma continental y, en mucho menor proporción, con sistemas someros (lagunas, estuarios e intermareal) (Hendrickx, 1993).

La fauna de acompañamiento del camarón, constituida por todos los organismos capturados en las redes de arrastre, no tiene mercado definido y carece de incentivos económicos para los pescadores, por lo que es regresada al mar casi en su totalidad. A partir de estas capturas se han hecho diversos estudios de las asociaciones de especies demersales, desde el punto de vista tecnológico y pesquero, con el fin de valorar la posibilidad de industrializar esta parte de la captura (Cantú-Guerra *et al.*, 1978; Arvizu-Martínez, 1979; Cadena, 1982; Hendrickx *et al.*, 1984; van der Heiden, 1985). El tamaño reducido de muchas especies, las limitaciones de espacio y la poca rentabilidad, son las razones para que la flota camaronera deseche esta materia prima para su posterior industrialización.

Es importante realizar trabajos específicos sobre sistemática y ecología que contribuyan al conocimiento de la biodiversidad marina de México, así como estudios sobre especies o grupos de especies de importancia comercial o con potencial de explotación, ya sea por su abundancia o por sus características parti-

* Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. CUCSUR-Universidad de Guadalajara. Gómez Farias 82, San Patricio-Melaque, Jal. C.P. 48980. Correo electrónico: michel@costera.melaque.udg.mx
** Departamento de Ciencias. CUCOSTA-Universidad de Guadalajara.

culares. En este contexto, el presente documento pretende abordar algunos aspectos de la distribución y la abundancia de ciertas especies de crustáceos demersales de importancia pesquera, asociados a la captura del camarón en los fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima.

Algunos aspectos relacionados con la taxocenosis de crustáceos en ciertas regiones del Pacífico oriental, tales como la biodiversidad, la distribución y la zoogeografía de las especies, han sido abordados en los trabajos de Reaka y Manning (1980), Hendrickx (1984a, 1990, 1995b, 1995c), Murillo (1988), Dittel (1991), Illescas-Monterroso *et al*. (1991), Hendrickx y Salgado-Barragán (1989, 1991, 1994) y Campos *et al*. (1995). Existe también una serie de publicaciones de carácter particular que incluyen la descripción de nuevas especies, ampliaciones del área de distribución y listados faunísticos (Stephenson, 1967; Manning, 1971, 1972, 1980; Hendrickx y van der Heiden, 1983a, 1983b; Salgado-Barragán e Illescas-Monterroso, 1987; Hendrickx y Salgado-Barragán, 1987; Villalobos-Hiriart *et al*., 1989; Manning y Camp, 1993) que han permitido establecer un marco de referencia para el área.

Sobre recursos bentónicos en la plataforma continental de Jalisco y Colima se cuenta con algunos trabajos recientes, entre los que destacan listados taxonómicos (Aguilar-Palomino *et al.*, 1996; Ríos-Jara *et al*., 1996, 2001; Landa-Jaime *et al.*, 1997; Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1998; Pérez-Peña y Ríos-Jara, 1998), nuevas especies y ampliaciones de ámbito (Hendrickx y Landa-Jaime, 1997; Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1997; García de Quevedo *et al.*, 1997), así como sobre la ecología de comunidades y poblaciones (González-Sansón *et al.*, 1997; Arciniega-Flores *et al.*, 1998; Mariscal-Romero *et al.*, 1998; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1998, 1999; Raymundo Huizar y Chiappa-Carrara, 2000; Saucedo-Lozano y Chiappa-Carrara, 2000; Mariscal-Romero, 2002).

Métodos y materiales

En el análisis aquí presentado se incluye la información obtenida sobre los invertebrados de importancia pesquera recolectados en cinco campañas de investigación, realizadas entre mayo de 1995 y diciembre de 1996, en las costas de Jalisco y Colima. En estas cinco campañas, denominadas Demersales (en lo sucesivo citadas como DEM I, II, III, IV y V), se realizaron 140 arrastres nocturnos, en total, a lo largo de siete localidades de recolecta, desde Punta Farallón en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco (19°22' N, 105°01' O) como límite norte, hasta Cuyutlán, Colima (18°55' N, 104°08' O) en el sur (Fig. 1). Las profundidades definidas fueron de 20, 40, 60 y 80 m (Tabla 1). En esta zona la plataforma continental es estrecha, con fondos predominantemente rocosos (Ruíz-Durá, 1985) y abruptos, con erosión marina intensa (Galavíz-Solís y Gutiérrez-Estrada, 1978). Los sedimentos blandos, constituidos fundamentalmente por tres tipos de grano (limo arcilloso, limo arenoso y arena media), presentan mayor heterogeneidad en las zonas más someras y homogeneidad en zonas profundas, donde disminuye el tamaño de la partícula (Ríos-Jara *et al*., 1996).

Figura 1
Mapa del área de estudio. Costa de Jalisco y Colima en el Pacifico oriental tropical

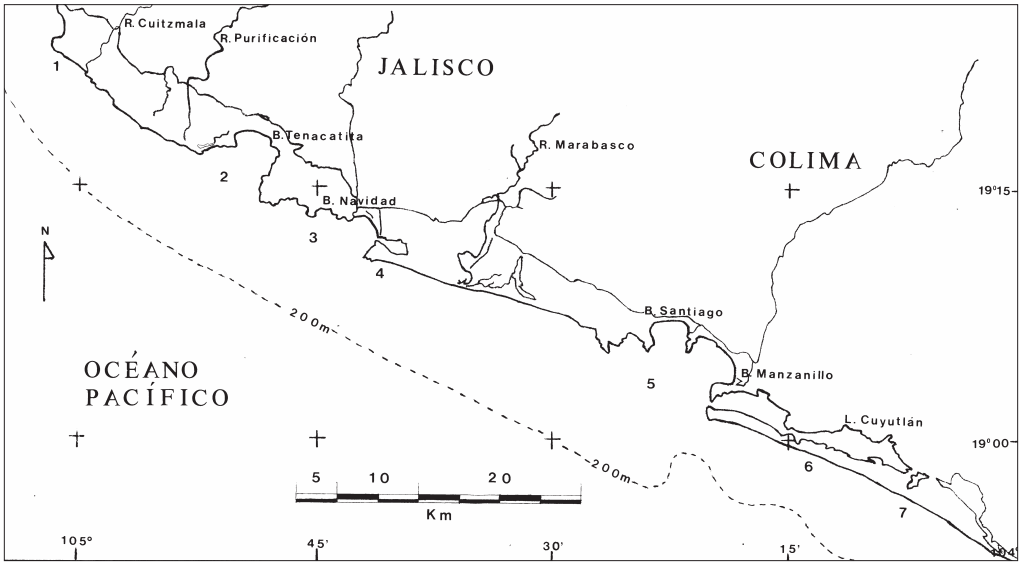


Tabla 1

Localidad, posición geográfica, fecha de muestreo, temperatura del agua y salinidad para cada uno de los muestreos demersales (DEM)

Localidad	*Sitio*	*Prof.*	*Posición geográfica*		*DEMI*			*DEMII*			*DEMIII*			*DEMIV*			*DEMV*		
		(m)	*Latitud N*	*Longitud O*	*Fecha*	*T°C*	*S‰*	*Fecha*	*T°C*	*S‰*	*Fecha*	*T°C*	*S‰*	*Fecha*	*T°C*	*S‰*	*Fecha*	*T°C*	*S‰*
Cuitzmala	1	20	19°22.13'	105°01.21'	12/6/95	25.3	36	30/11/95	27.2	34.21	12/3/96	20	34.5	13/06/1996	25.7	34.7	10/12/96	25	34.08
		40	19°21.74'	105°01.25'		24.1	36		25.3	34.38		17.2	34.8		23.3	34.6		21.6	34.2
		60	19°21.52'	105°01.29'		18.3	36		18.6	34.9		14.9	34.8		19.7	34.7		17	34.6
		80	19°20.83'	105°01.06'		15.8	36		16.8	35.1		14.8	34.8		16.1	34.75		15	34.68
B. Tenacatita	2	20	19°16.82'	104°50.48'	24/5/95	23.5	35	8/12/95	24.6	34.47	11/3/96	20.1	34.6	11/06/1996	25.5	34.66	19/11/96	26.1	34.01
		40	19°16.48'	104°50.08'		33.4	35		22.5	34.39		18.1	34.6		24	34.66		22	34.4
		60	19°15.90'	104°50.92'		23.1	36		19.8	34.38		17	34.7		22.7	34.67		18	34.5
		80	19°14.49'	104°51.34'		21	37		14.7	34.9		14.9	34.8		20	34.68		16.2	34.65
B. Navidad	3	20	19°12.55'	104°42.19'	31/5/95	26.5	36	29/11/95	26.7	34.4	18/3/96	21.9	34.5	20/06/1996	26.5	34.66	22/11/96	27.2	33.92
		40	19°11.99'	104°42.64'		24.7	36.5		21	35.1		21.9	34.5		25	34.65		24	34.17
		60	19°12.66'	104°45.43'		21.5	37		16.4	35.3		21.6	34.5		21	34.7		23.2	34.2
		80	19°10.72'	104°44.34'		20.8	36		15.3	35.1		17.8	34.6		17.8	34.8		20.9	34.45
El Coco	4	20	19°09.13'	104°38.13'	26/5/95	23.4	34.5	4/12/95	27.6	34.35	13/3/96	19.9	34.6	18/06/1996	24.5	34.6	28/11/96	28	33.52
		40	19°09.77'	104°39.75'		23.5	34.5		25.7	34.5		17	34.8		23.7	34.64		22.8	34.27
		60	19°09.19'	104°37.88'		19.9	35		19.8	34.7		13.9	34.8		20.5	34.78		18.5	34.65
		80	19°09.68'	104°40.95'		20.5	35		17.8	35.15		15	34.8		16	34.8		17.8	34.74
Manzanillo	5	20	19°06.57'	104°22.90'	1/6/95	26.5	36	5/12/95	27.6	34.42	7/3/96	21	34.5	03/07/1996	28.8	34.2	29/11/96	27.4	33.64
		40	19°04.89'	104°21.23'		22.9	35		27.5	34.43		17.3	34.7		27.8	34.12		20.2	34.45
		60	19°05.05'	104°25.39'		20.4	35		19.1	34.8		14.4	34.8		26.3	34.25		19	34.6
		80	19°03.06'	104°22.09'		17	36		19.8	35		16	34.8		26	34.26		14.3	34.7
Tepalcates	6	20	18°58.91'	104°13.60'	5/6/95	25.3	37	7/12/95	28.3	33.88	19/3/96	24.3	34.3	28/06/1996	29.5	34.1	4/12/96	26.7	34
		40	18°58.84'	104°13.59'		25.3	36		27.9	33.9		21.6	34.6		28.5	34.3		24.6	34.2
		60	18°59.05'	104°14.81'		20.4	37		18.4	34.75		19	34.6		26.4	34.6		21.8	34.3
		80	18°59.17'	104°15.77'		16.2	37		16.3	35.15		18	34.7		23	34.6		18	34.6
Cuyutlán	7	20	18°56.69'	104°08.26'	6/6/95	26	37	6/12/95	28.2	33.82	5/3/96	20	34.5	18/07/1996	27.6	34	3/12/96	22.3	34.3
		40	18°55.95'	104°07.07'		26.1	37		27.3	33.95		18	34.6		19.8	34.1		22.8	34.23
		60	18°56.00'	104°07.64'		23.9	38		18.4	35.5		15.5	34.7		16	34.32		18	34.67
		80	18°56.32'	104°08.82'		18.1	37		16.7	34.9		12	34.7		14.8	34.7		18.2	34.6

Las maniobras de pesca se efectuaron a bordo del barco de investigación pesquera BIP V de la Universidad de Guadalajara. Se utilizaron redes de arrastre camaroneras tipo semi-portuguesa, con una abertura de trabajo en la boca de 6.9 m, altura de la relinga de 1.15 m y una abertura de malla estirada en el copo de 38 mm. La duración promedio de cada arrastre fue de 30 minutos, a una velocidad media de dos nudos, con dos redes simultáneamente (babor y estribor). El área barrida por las redes en cada lance se estimó multiplicando la distancia recorrida por la abertura calculada de trabajo de la red (mayores detalles de este aspecto metodológico pueden ser consultados en González-Sansón *et al,* 1997). Esto permitió obtener la captura total, así como la densidad y la biomasa relativas, expresadas en número y peso promedio de individuos capturados por hectárea respectivamente. Previo a cada arrastre se registró la temperatura cercana al fondo. En el crucero de la campaña DEM I se utilizó un termómetro de inversión (marca Richter and Wiese) de ± 0.1° C de precisión, instalado en una botella tipo Niskin. A partir de la DEM II se utilizó un perfilador CTD modelo SBE 19 Seacat Profiler, que registra la temperatura y la salinidad (Tabla 1). Estos datos se presentan como referencia del marco ambiental de la zona.

El material obtenido en cada red se colocó en costales etiquetados y se conservó en hielo hasta su procesamiento en el laboratorio, donde los especímenes fueron separados por grupos, contados y pesados en fresco. Los organismos se identificaron con claves taxonómicas de Rathbun (1937), Garth y Stephenson (1966), Pérez-Farfante (1971, 1985, 1988), Hendrickx (1984b, 1995a, 1995b, 1996, 1997), Rodríguez-de la Cruz (1987), Hendrickx y Salgado-Barragán (1991), Pérez-Farfante y Kensley (1997).

Se realizaron análisis de varianza de dos vías y pruebas de comparaciones múltiples considerando la biomasa relativa ($g \cdot ha^{-1}$), para buscar diferencias en los patrones de distribución y abundancia para cada especie, de cada uno de los grupos de crustáceos y para cada campaña de muestreo. Se consideraron las cuatro profundidades y las siete localidades de colecta en la costa de Jalisco y Colima. En todos los casos se utilizó un valor de significación de 0.05.

Resultados y discusión

Composición de las capturas

Se presenta una comparación entre las biomasas totales de los principales grupos taxonómicos en cada una de las campañas de muestreo. Los grupos mejor representados fueron los peces y, entre los invertebrados, los crustáceos portúnidos. La biomasa de los peces varió entre 32 y 76% en los diferentes muestreos, por lo que constituyó en promedio 51% de la captura total. La máxima biomasa se presentó en la campaña DEM II (noviembre a diciembre de 1995), en la que los peces formaron 76% de la captura total. Los crustáceos portúnidos constituyeron entre 12 y 64% de la biomasa tota, y el promedio para las cinco campañas fue de 41% de la captura. En la DEM V (nov.-dic. 1996) los portúnidos fueron el grupo más importante en la captura (Fig. 2).

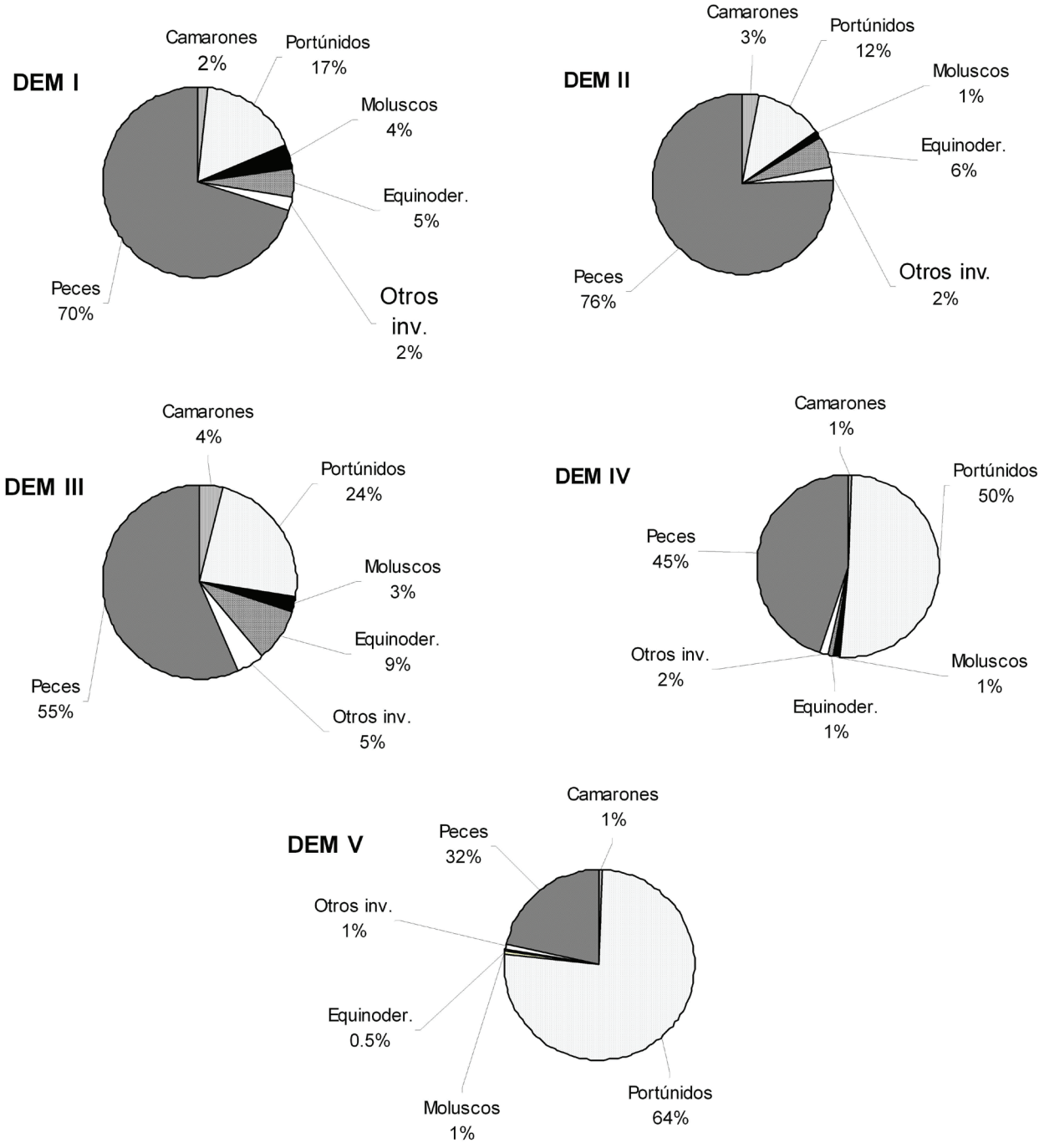
Los camarones, especie objetivo de la pesquería en la zona de estudio, representaron entre uno y cuatro por ciento de la captura total obtenida en cada una de las campañas de muestreo, lo que indica que en promedio, por cada kilo y medio de camarón que se extrae de esta zona, forzosamente se sacan además 100 kilos de fauna de acompañamiento. Así, la captura total de las cinco campañas de muestreo fue de 13 261 kg, de los cuales sólo 197 correspondieron a camarones. En particular, en los muestreos realizados entre noviembre y diciembre de 1995 (DEM II) y noviembre-diciembre de 1996 (DEM V), meses en los que se permite la pesca comercial del camarón (Sierra-Rodríguez *et al*., 2000), su captura sólo constituyó 3 y 1%, respectivamente (Fig. 2). En las cinco campañas, *Trachysalambria brevisuturae* fue la especie de camarón que presentó la mayor biomasa.

La biomasa de los crustáceos estomatópodos y calápidos, incluidos en el grupo *Otros Invertebrados*, fue igual o menor a 2% de la captura total en todas las campañas, con excepción del DEM III en que llegó a 5% (Fig. 2). Los equinodermos constituyeron entre 0.5 y 9% de la captura total en las diferentes campañas; siendo el más abundante la estrella de mar *Luidia foliolata*. Finalmente, los moluscos representaron entre 1 y 4% de las capturas totales y las especies con más representantes fueron *Harpa crenata*, *Solenosteira gatesi* y *Ficus ventricosa*.

Crustáceos Penaeoidea

Se identificaron 13 especies de camarones, incluidas en tres familias y siete géneros. Las familias fueron: *1)* Penaeidae, con seis especies: *Metapenaeopsis beebei* (Burkenroad,1938), *Farfantepenaeus brevirostris* (Kingsley,1878), *F. californiensis* (Holmes,1900), *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931), *Trachysalambria brevisuturae* (Burkenroad,1934) y *Rimapenaeus pacificus* (Burkenroad,1934). *2)* Sicyoniidae con cinco; *Sicyonia aliaffinis* (Burkenroad, 1934), *S. disdorsalis* (Burkenroad, 1934), *S. disedwardsi* (Burkenroad, 1934), *S. martini* Pérez-Farfante y Boothe, 1981 y *S.*

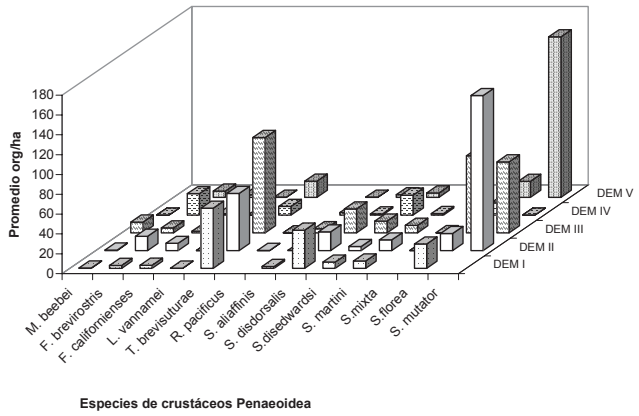
Figura 2
Biomasa total de cada uno de los grupos taxonómicos principales encontrados en las campañas de muestreo (DEMI a DEMV)



mixta Burkenroad, 1946. *3)* Solenoceridae, con dos especies; *Solenocera florea* Burkenroad, 1938 y *S. mutator* Burkenroad, 1938.

En 99.3 % de los arrastres se capturó al menos una especie de camarones (139 de 140 arrastres), por lo que se puede decir que este grupo se encuentra bien representado en la zona de estudio. *Solenocera mutator*, *Trachysalambria brevisuturae, S. florea*, *Sicyonia disdorsalis* y *Farfantepenaeus brevirostris* fueron las especies más abundantes y representaron cerca de 90 % del total de individuos recolectados, siendo por tanto las especies dominantes. Por sí solas, las dos primeras representaron 62% de la densidad relativa (Fig. 3). El restante nueve por ciento correspondió a *S. disedwardsi, S. martini, F. californiensis, M. beebei* y *S. aliaffinis.* Las especies consideradas escasas, porque se recolectaron menos de 15 individuos de cada una de ellas, fueron *L. vannamei, S. mixta* y *R. pacificus.*

Figura 3
Densidad relativa (ind·ha^{-1}) por campaña de muestreo de las especies de crustáceos Penaeoidea presentes en las costas de Jalisco y Colima



En lo que se refiere a la biomasa, las especies más abundantes fueron *F. brevirostris* (247.28 g·ha^{-1} en la campaña DEM IV), seguida de *T. brevisituratae* (240.77 g·ha^{-1} en DEM III) y *F. californiensis* con 225.23 g·ha^{-1} en DEM II. Esto pone de manifiesto la amplia variación de la biomasa de cada una de las especies durante el tiempo que duró el estudio del estudio. En la campaña DEM III se presento la mayor biomasa de camarones (Tabla 2).

Crustáceos portúnidos

Los portúnidos constituyen una familia de braquiuros a los que se conoce comúnmente como jaibas. Presentan hábitos de vida libre, preferentemente bentónicos, en la zona sublitoral. Se han reportado 15 especies de la familia Portunidae en el Pacifico Oriental tropical (Hendrickx, 1995c). En las costas de Jalisco y Colima se identificaron ocho especies: *Arenaeus mexicanus* (Gerstaecker, 1856); *Euphylax dovii* Stimpson, 1860; *Euphylax robustus* A. Milne Edwards, 1861; *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863; *Portunus tuberculatus* (Stimpson, 1860); *Portunus asper* (A. Milne Edwards, 1861); *Portunus xantusii affinis* Faxon, 1893 y *Portunus xantusii* spp. (Tabla 3).

Si bien el mayor porcentaje de crustáceos portúnidos en la captura total se observó en DEM V (Fig. 2), la mayor densidad relativa se presentó durante la campaña DEM IV, siendo notable la predominancia de una sola especie en todas las campañas (Fig. 4). En este contexto, *P. xantusii affinis* fue la especie más importante, ya que presentó los valores más altos de densidad relativa, tanto en comparación con las otras especies que conforman el grupo, como con el resto de los invertebrados obtenidos en los arrastres. En contraste, *P. tuberculatus* y *C. arcuatus* se presentaron de manera ocasional y en bajas densidades.

Tabla 2
Biomasa (g·ha-1) por campaña, para las especies de crustáceos Penaeoidea presentes en las costas de Jalisco y Colima

Especies	*DEM I*	*DEM II*	*DEM III*	*DEM IV*	*DEM V*
Metapenaeopsis beebei	0.43	0.72	11.25	0.09	
Farfantepenaeus brevirostris	38.31	149.96	66.60	247.28	79.42
Farfantepenaeus californiensis	108.39	225.23	56.96	54.29	105.71
Litopenaeus vannamei	14.22	1.93		2.83	10.30
Trachysalambria brevisuturae	184.90	135.11	240.77	23.61	16.82
Rimapenaeus pacificus		0.67	2.71		
Sicyonia aliaffinis	10.90	1.36	12.06	17.23	1.04
Sicyonia disdorsalis	114.72	43.53	66.02	3.53	3.26
Sicyonia disedwardsi	33.18	24.67	32.46	97.03	27.60
Sicyonia martini	26.33	18.73	18.47	3.66	
Sicyonia mixta		0.18	0.58		
Solenocera florea	72.22	54.76	158.02	26.00	29.65
Solenocera mutator		106.60	78.42	0.07	121.15

Figura 4
Densidad relativa (ind·ha^{-1}) por campaña de muestreo de las especies de crustáceos portúnidos presentes en las costas de Jalisco y Colima

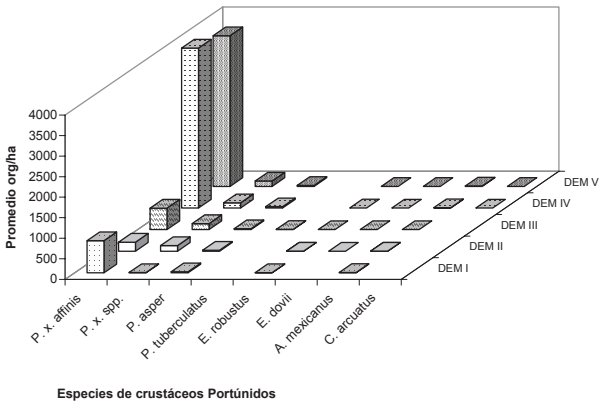
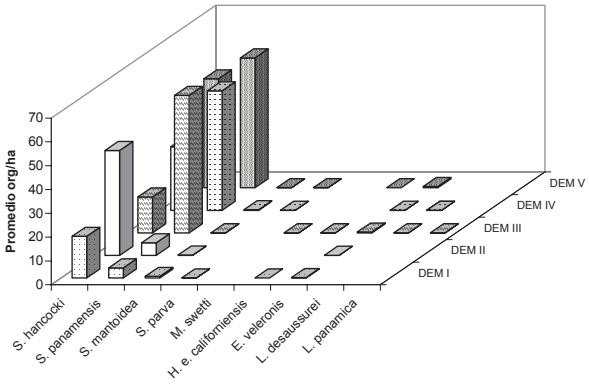


Figura 5
Densidad relativa (ind·ha^{-1}) por campaña de muestreo de las especies de crustáceos estomatópodos presentes en las costas de Jalisco y Colima



Crustáceos estomatópodos

Se identificaron nueve especies: *Eurysquilla veleronis* (Schmitt, 1940); *Hemisquilla ensigera californiensis* Stephenson, 1967; *Lysiosquilla desaussurei* (Stimpson, 1860); *L. panamica* Manning, 1971; *Meiosquilla swetti* (Schmitt, 1940); *Squilla hancocki* Schmitt, 1940; *S. mantoidea* Bigelow, 1893; *S. panamensis* Bigelow, 1891 y *S. parva* Bigelow, 1891.

Los estomatópodos fueron recolectados en todas las campañas y en toda el área de estudio. En la campaña DEM V se registró la mayor densidad, con un promedio de 17 ind·ha^{-1}, y en el DEM I la menor, con cuatro ind·ha^{-1}. Como se puede observar en la *figura 5*, existieron grandes diferencias entre la densidad relativa de las principales especies entre las campañas de muestreo, así, las especies dominantes fueron *S. panamensis* con un promedio de 34 ind·ha^{-1}, seguida de *S. hancocki* (30 ind·ha^{-1}). En cuanto a biomasa, *S. panamensis* fue la más abundante, en especial en la campaña DEM IV (329.3 g·ha^{-1}) (Tabla 4).

Crustáceos calápidos

Con 13 especies citadas para la zona del Pacífico tropical (Hendrickx, 1995c), la familia Calappidae es una de las más características en las comunidades de crustáceos de la plataforma continental del Pacífico mexicano. En las costas de Jalisco y Colima se recolectaron seis especies: *Calappa convexa* de Saussure, 1853*, C. saussurei* Rathbun, 1898*, Cycloes bairdii* Stimpson, 1860*, Hepatus kossmanni* Neumann, 1878*, Osachila lata* Faxon 1893 *y Platymera gaudichaudi* (A. Milne Edwards, 1837).

En los cruceros de las campañas DEM III y IV se registró la mayor densidad con un promedio de 2.4 ind ha^{-1}. En la *figura 6* se observan los cambios en la abundancia relativa de un crucero a otro, y que *C. bairdii* fue más abundante durante la DEM IV, mientras que *H. kossmanni* lo fue en la DEM I. Por otro lado, *H. kossmanni* presentó la mayor biomasa, con un promedio de 64.5 g·ha^{-1} (Tabla 5).

La *tabla 6* muestra, para los cuatro grupos de crustáceos analizados, el sitio, la profundidad, la riqueza

Tabla 3
Biomasa (g·ha^{-1}) por campaña, para las especie de crustáceos portúnidos presentes en las costas de Jalisco y Colima

Especies	*DEM I*	*DEM II*	*DEM III*	*DEM IV*	*DEM V*
Portunus xantusii affinis	6500.63	1621.47	3738.95	34628.31	29459.94
Portunus xantusii spp.	33.75	1047.00	730.70	774.44	854.17
Portunus asper	425.58	423.62	438.48	710.42	703.79
Portunus tuberculatus			12.68		
Euphylax robustus	91.67	107.73	49.30	28.92	70.10
Euphylax dovii		2.63	3.64	10.60	7.18
Arenaeus mexicanus	171.16	18.79	2.17	102.63	169.13
Callinectes arcuatus				0.73	22.82

Tabla 4
Biomasa (g·ha^{-1}) por campaña, para las especie de crustáceos estomatópodos presentes en las costas de Jalisco y Colima

Especies	*DEM I*	*DEM II*	*DEM III*	*DEM IV*	*DEM V*
Squilla hancocki	101.49	189.96	64.49	136.87	146.51
Squilla panamensis	38.25	25.95	322.16	329.30	249.14
Squilla mantoidea	12.43	5.08	0.32	10.25	0.20
Squilla parva	0.09			0.10	0.20
Meiosquilla swetti			0.36		
Hemisquilla e. californiensis	0.61		0.86		0.13
Eurysquilla veleronis	0.45	0.18	0.37	0.13	0.92
Lysiosquilla desaussurei			9.87	1.41	
Lysiosquilla panamica			0.08		

Tabla 5
Biomasa (g·ha^{-1}) por campaña, para las especie de crustáceos calápidos presentes en las costas de Jalisco y Colima

Especies	*DEM I*	*DEM II*	*DEM III*	*DEM IV*	*DEM V*
Cycloes bairdii	60.40	3.25	31.21	106.26	6.01
Hepatus kossmanni	144.55	13.52	74.83	57.61	32.02
Platymera gaudichaudi	13.34	17.27	65.30	36.88	2.71
Calappa convexa	53.64	2.25	0.16	35.06	36.90
Osachila lata		0.62	5.18	0.77	0.90
Calappa saussurei				0.65	

de especies y el nombre de la especie que presentó la mayor biomasa (g·ha^{-1}) en cada una de las campañas de muestreo. No se observó un patrón claro en cuanto a los máximos de abundancia de cada grupo de crustáceos. Para los camarones, en tres de los cinco cruceros, el sitio que presentó la mayor biomasa fue Cuitzmala; sin embargo no existió correspondencia con la riqueza específica o la especie más numerosa.

En el grupo de la jaibas, *P. xantusii affinis* fue la especie más abundante aun cuando existieron dife-

Figura 6
Densidad relativa (ind·ha^{-1}) por campaña de muestreo de las especies de crustáceos calápidos presentes en las costas de Jalisco y Colima

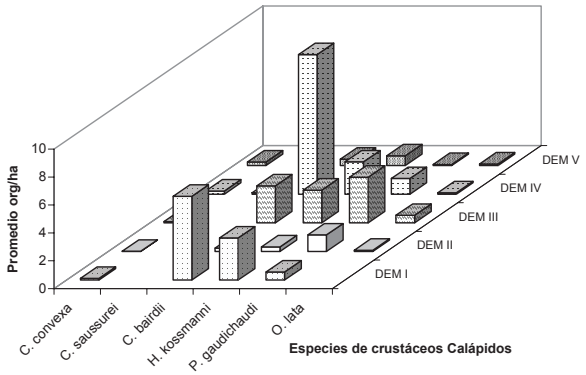


Tabla 6
Localidad, profundidad y riqueza de especies en donde se presentó la máxima biomasa de cada uno de los grupos de crustáceos considerados

	Demersal				
CAMARONES	I	II	III	IV	V
Localidad	Cuitzmala	Navidad	Cuitzmala	Cuitzmala	El Coco
Profundidad (m)	60	80	40	80	80
Riqueza sp.	6	1	7	2	1
Biomasa (g/ha)	2743 g/ha	2720	2956	4195	2952
Especie	*S. disdorsalis*	*S. mutator*	*S. mutator*	*F. brevirostris*	*S. mutator*
JAIBAS					
Localidad	Cuyutlán	Manzanillo	Cuitzmala	Tepalcates	Tepalcates
Profundidad (m)	60	60	40	80	20
Riqueza sp.	3	2	5	1	2
Biomasa (g/ha)	59074	18594	23155	180925	137202
Especie	*P. x. affinis*	*P. x. affinis*	*P. x. affinis*	*P. x. affinis*	*P. x. affinis*
ESQUILAS					
Localidad	Cuyutlán	Navidad	El Coco	El Coco	El Coco
Profundidad (m)	60	60	60	80	60
Riqueza sp.	2	2	2	2	1
Biomasa (g/ha)	739	2764	6011	5520	5978
Especie	*S. panamensis*	*S. hancocki*	*S. panamensis*	*S. panamensis*	*S. panamensis*
CALÁPIDOS					
Localidad	Manzanillo	Tenacatita	Tenacatita	Manzanillo	Navidad
Profundidad (m)	60	80	40	60	20
Riqueza sp.	2	1	3	3	2
Biomasa (g/ha)	1587	195	993	1494	1193
Especie	*H. kossmanni*	*P. gaudichaudi*	*P. gaudichaudi*	*C. bairdii*	*C. convexa*

rencias en el sitio y la profundidad en que se presentaron los valores máximos de biomasa.

En los estomatópodos se registró la mayor abundancia a los 60 metros de profundidad, en la playa el Coco, situada en los límites de los estados de Jalisco y Colima, muy cercana a la desembocadura del río Marabasco, siendo *S. panamensis* la especie que presentó las mayores biomasas. Finalmente, en los crustáceos calápidos no fue posible definir tendencias en los valores observados de biomasa relativa. La riqueza específica para este grupo siempre fue baja.

No se muestran los resultados de los análisis de varianza por cuestiones de espacio; sin embargo, en todos los casos se rechazó la hipótesis de homogeneidad en la distribución espacial y temporal, para los cuatro grupos de crustáceos considerados.

Potencial de explotación de la fauna de acompañamiento

En los últimos tiempos, en coincidencia con el abatimiento en la abundancia de algunas pesquerías en el ámbito mundial, ha aumentado el interés en el aprovechamiento de la fauna capturada de manera incidental en la pesquería de camarón; si bien, la falta de estudios y el elevado precio del camarón con respecto al costo de la captura incidental, no han motivado al sector pesquero para aprovecharla (van der Heiden, 1985; Sierra-Rodríguez *et al.*, 2000). Sin embargo, puesto que esta pesquería es altamente perturbadora de la estructura de las comunidades demersales, es prioritario buscar el aprovechamiento integral de las capturas y la disminución del daño de esta actividad en la comunidad.

En 1985 los cálculos mundiales sobre la fauna incidental del camarón variaban entre tres y seis millones de toneladas por año, con una proporción promedio de camarón/peces de 1:10 individuos en aguas tropicales (Sierra-Rodríguez *et al.*, 2000). Se ha estimado que en México la relación camarón:fauna de acompañamiento varia desde 1:2 hasta 1:10 (Chapa-Saldaña, 1976; Rosales-Juárez, 1976; Hendrickx, 1985; van der Heiden, 1985; Sierra-Rodríguez *et al.*, 2000). En el presente estudio, la proporción de fauna de acompañamiento fue mayor, ya que el porcentaje de camarón capturado varió entre uno y cuatro por ciento con respecto al volumen total de la captura.

Hendrickx (1985) considera que la sobrepesca de las especies de peneidos comerciales y, como consecuencia, la disminución de la biomasa de camarones en el Golfo de California y en el Pacífico mexicano en general, podrían ser el motivo principal del incremento que ha habido en las poblaciones de *Sicyonia, Trachypenaeus y Xiphopenaeus* en la plataforma continental. Si bien en los muestreos realizados en las costas de Jalisco y Colima se observa esta misma situación, no existen estudios anteriores sobre la estructura de las comunidades bentónicas a partir de los cuales sea posible establecer parámetros de referencia.

De la misma forma en que se presenta el caso de la sobreexplotación, es posible encontrar varias especies que permanecen subexplotadas. Al respecto Álvarez-León (2002) menciona que de las 11 especies de camarones capturadas en el Pacífico colombiano, ocho se aprovechan, y de éstas, varias sólo se consumen localmente, por falta de mercado tanto nacional como internacional.

Por su parte, Hendrickx (1985) considera que algunas especies de cangrejos portúnidos pueden ser utilizadas como parte explotable de la fauna acompañante del camarón, en función de su tamaño (*Euphylax*) o abundancia (*Portunus*), pero hasta el momento no se cuenta con datos de una pesquería que indique que las especies del género *Portunus* estén siendo explotadas de manera continua en el Pacífico Oriental tropical. Sin embargo, de acuerdo con los datos de abundancia obtenidos en el presente estudio, la especie *P. xantusii affinis* podría ser considerada para ello, ya que, si bien su talla es pequeña, la gran biomasa obtenida lo compensa.

Castro *et al*. (1988, 1989) consideran que es posible establecer una pesquería de pequeña escala en función de las capturas de los portúnidos en la costa de Ecuador; empero, además de la evaluación del potencial pesquero de los cangrejos portúnidos, deberán efectuarse estudios de tecnología pesquera, con el objeto de definir el manejo de las capturas, su procesamiento y la comercialización del producto obtenido.

Por otra parte, para salvar las dificultades que se tienen para identificar a las subespecies de *P. xantusii* (Hendrickx *et al.,* 1997), en este trabajo se optó por considerar sólo a los organismos capturados *P. xantusii affinis*, ya que esta subespecie es fácil de diferenciar por su morfología externa (novena espina anterolateral corta) (Garth y Stephenson, 1966) y *Portunus xantusii spp*, denominación en la que se incluyó a las otras subespecies y formas intermedias. Cabe mencionar que en el Golfo de Tehuantepec, Sosa-Hernández *et al*. (1980) registraron las tres subespecies (*P. xantusii affinis, P. xantusii minimus* y *P. xantusii xantusii*), además de especímenes de formas intermedias (Hendrickx *et al.*, 1997); en dichos trabajos la subespecie dominante fue *P. xantussi minimus* mientras que en el presente trabajo, fue *P. xantusii affinis.*

Un dato que resulta interesante es que en muchos de los estudios realizados sobre portúnidos, el género *Callinectes* aparece en más de 70% de las capturas (Rosales-Juárez, 1976), por lo que puede llegar a soportar una pesquería ocasional (Hendrickx,

1993). En contraste, en las profundidades en la que se tomaron muestras en la plataforma continental de Jalisco y Colima (de 20 a 80 m), *C. arcuatus* puede considerarse como una especie rara, ya que después de efectuar, durante las primeras tres campañas de muestreo, 84 arrastres en zonas cercanas a sistemas estuarinos, hábitat característico de este género, no se capturó algún organismo de esta especie, y fue escasa en las últimas dos campañas. D'Achiardi-Navas y Álvarez-León, (2004) mencionan que aun cuando la pesca de *Callinectes arcuatus* en el Pacífico colombiano, como parte de la fauna de acompañamiento, es considerable y susceptible de aprovechamiento, las embarcaciones pesqueras no están habilitadas para mantener el producto vivo y por ello desechan toneladas de jaibas, obtenidas en cada uno de los arrastres.

Con respecto a los estomatópodos, en contraste con lo que ocurre en otras regiones del mundo, en el Pacífico oriental tropical no se han explotado comercialmente. Ocho especies, representadas en dos géneros (*Hemisquilla y Squilla*), son aprovechadas en Centroamérica y Chile para consumo local (Chirichigno *et al.*, 1982). Las especies que más destacan desde el punto de vista pesquero en el Pacífico mexicano son *S. mantoidea* en el sureste del Golfo de California y *S. bigelowi* en el Alto Golfo (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991). La abundancia observada de *S. panamensis y S. hancocki* en las costas de Jalisco y Colima permiten considerarlas como un recurso con potencial de explotación.

En el caso de los calápidos, Hendrickx (1995c) menciona la especie *C. convexa* como muy frecuente en las capturas de arrastres camaroneros en el Pacífico tropical. En la zona de Jalisco y Colima fue muy escasa, tanto como 40 ejemplares en dos años. Algunas especies, como *C. convexa*, son utilizadas para la subsistencia por los pescadores o bien son explotadas para artesanías en algunas localidades del Pacífico oriental tropical (Ayón-Parente y Hendrickx, 2001).

Existen otras especies de crustáceos que no se consideraron en este análisis, pero que pueden pensarse como potencialmente explotables. Tal es el caso de la langosta zapatera *Evibacus princeps*, presente en los arrastres efectuados a profundidades de 20-60 m y sobre el que se sabe que es un organismo apreciado por los pescadores de la región (Kosonoy,[1] comunicación personal).

La región de estudio es zona de tránsito y eventual pesca para la industria camaronera de alta mar: Ampliar el conocimiento sobre la abundancia de los crustáceos demersales y determinar la presencia de especies susceptibles de explotación permitirá tener una visión más amplia del entorno de acción de esta pesquería así como abundar en el conocimiento de una región que se considera poco estudiada.

1. Kosonoy-Aceves, Daniel. Secretario de la Federación de Cooperativas Pesqueras de Jalisco. Barra de Navidad, Jalisco.

Agradecimientos

El presente trabajo, producto del proyecto Biodiversidad y potencial pesquero de los recursos marinos demersales de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, fue financiado por la Universidad de Guadalajara, y se llevó a cabo con el permiso de Pesca de Fomento de la SEMARNAP, 150995-214-03. Se agradece a la tripulación del Barco BIP V por su apoyo en el trabajo de campo y a los compañeros del DEDSZC por su colaboración en la separación primaria de las muestras. A Michel Hendrickx y José Salgado-Barragán, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, Estación Mazatlán, nuestra gratitud por su valiosa ayuda en la validación de las especies.

Referencias bibliográficas

AGUILAR-PALOMINO, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas,* 22(4):469-481.

ÁLVAREZ-LEÓN, R. 2002. Pesca y aprovechamiento de los crustáceos de importancia comercial del Pacífico colombiano. En: M. E. Hendrickx (ed). *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este 1*. ICMYL, UNAM, México. p. 1-35.

ARCINIEGA-FLORES, J., V. Landa-Jaime y G. González-Sansón. 1998. Distribución y abundancia de los crustáceos estomatópodos de fondos blandos en las costas de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24(2):169-181.

ARVIZU-MARTÍNEZ, J. 1979. Aprovechamiento de la fauna de acompañamiento del camarón. La alternativa tecnológica. *Memorias 1er Simposio sobre Biología Marina, Área Ciencias del Mar*. UABCS, La Paz. p. 91-110.

AYÓN-PARENTE, M. y M.E. Hendrickx. 2001. Biology and fishery of the arched box crab *Calappa convexa* de Saussure (Crustacea, Brachyura, Calappidae) in the southeastern Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas,* 27(4):521-541.

CADENA, E.C. 1982. Aspectos biotecnológicos de la fauna de acompañamiento del camarón en la región noreste del Golfo de México. INP, SEPESCA, *Ciencia Pesquera,* 3:1-8.

CAMPOS, E., E.F. Félix-Pico y F. García-Domínguez. 1995. Distribution and host for four symbiotic crustaceans of the mexican Pacific (Stomatopoda and Decapoda). *Bull. Southern California Acad. Sci*., 94(2):176-178.

CANTÚ-GUERRA, G., E. Corripio-Cadena, M.L. Díaz-López, A. Ortiz-Guzmán, J.R. Casales, F. Sartome y F. López-Silicea. 1978. Primer avance técnico para la utilización de la fauna de acom-

pañamiento del camarón en la elaboración de alimentos para consumo humano. INP, *Serie Tecnológica*, 16:1-14.

CASTRO, K.M., J.T. De Alteris, B. Zapata y D. Castillo. 1988. Resource assessment of portunid crabs in Ecuador. *J. Shellfish Research,* 7(3):413-419.

CASTRO, K.M., J.T. De Alteris, B. Zapata y D. Castillo. 1989. Methodologies for development of a new fishery: a case study of swimming crabs in Ecuador. *World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design Proceedings.* Marine Institute, St. John's, Newfoundland, Canada. p. 228-234.

CHAPA-SALDAÑA, H. 1976. La fauna acompañante del camarón como un índice de monopesca. En: Instituto Nacional de Pesca (ed.). *Memorias del Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones*. Guaymas, Sonora. p. 447-450.

CHIRICHIGNO, N., W. Fisher y C.E. Nauen. 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte II: Pacífico Centro y Suroriental*. INFOPESCA. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, SIC/82/2, 494p.

D'ACHIARDI-NAVAS, W. y R. Alvarez-León. 2004. Rendimiento pesquero de las jaibas *Callinectes arcuatus y C. toxotes* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) en la ensenada de Tumaco, Pacífico colombiano. En: M.E. Hendrickx (ed). *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este 3*. ICMyL, UNAM, México. p. 31-43.

DITTEL, A.I. 1991. Distribution, abundance and sexual composition of stomatopods in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *J. Crus. Biol*., 11(2):269-276.

GALAVÍZ-SOLÍS, A. y M. Gutiérrez-Estrada. 1978. Características costeras y litorales de Nayarit y norte de Jalisco, México. *Memorias del VI Congreso Nacional de Oceanografía*. Ensenada, Baja California. p. 46-54.

GARCÍA DE QUEVEDO-MACHAÍN, R., E. Godínez-Domínguez y M. Saucedo-Lozano. 1997. Range extension and large size of *Sicyonia mixta* (Decapoda: Sicyoniidae) off Jalisco, Mexico. *Rev. Biol. Trop*., 45(4):1693-1694.

GARTH, J.S. y W. Stephenson. 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. *Allan Hancock Monogr. Mar. Biol*., 1:1-154.

GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E. y G. González-Sansón. 1998. Variación de los patrones de distribución batimétrica de la fauna macrobentónica en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 24(3):337-351.

GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E. y G. González-Sansón. 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 25(4):609-627.

GONZÁLEZ-SANSÓN, G., B. Aguilar-Palomino, J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, E. Godínez-Domínguez, V. Landa-Jaime, J. Mariscal-Romero, J.E. Michel-Morfín y M. Saucedo-Lozano. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (primavera, 1995). *Ciencias Marinas*, 23(1):93-110.

HENDRICKX, M.E. 1984a. Distribution and abundance of stomatopods (Crustacea, Hoplocarida) in southern Sinaloa, Mexico. *Rev. Biol. Trop*. 32(2):269-277.

HENDRICKX, M.E. 1984b. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa. III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). *An. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM*, 11(1):49-64.

HENDRICKX, M.E. 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del golfo de California y su importancia como recurso potencial. En: A. Yánez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Programa Univ. de Alimentos, ICMyL-UNAM, INP, México. p. 95-148.

HENDRICKX, M.E. 1990. The stomatopod and decapod crustaceans collected during the GUAYTEC II cruise in the central Gulf of California, Mexico, with the description of a new species of *Plesionika* Bate (Caridea: Pandalidae). *Rev. Biol. Trop.,* 38(1):35-53.

HENDRICKX, M.E. 1993. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional para la Biodiversidad, CIQRO, México. pp. 271-318.

HENDRICKX, M.E. 1995a. Introducción. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados*. FAO, Roma. pp. 1-7.

HENDRICKX, M.E. 1995b. Camarones. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados*. FAO, Roma. p. 417-537.

HENDRICKX, M.E. 1995c. Cangrejos. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 1. Plantas e Invertebrados*. FAO, Roma. p. 565-636.

HENDRICKX, M.E. 1996. *Los camarones* Penaeoidea *bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico mexicano.* CONABIO, ICMyL, UNAM, México.148p.

HENDRICKX, M.E. 1997. *Los cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura: Dromiidae, hasta Leucosiidae) del Pacífico Mexicano.* CONABIO, ICMyL, UNAM, México. 178p.

HENDRICKX, M.E., M. Demestre, A. Esparza-Haro y J. Salgado-Barragán. 1997. Stomatopod and decapod crustaceans collected during the CEEMEX P5 and CEEMEX P7 cruises to the Gulf of Tehuantepec, Mexico*. Oceánides,* 11(2):1-28.

HENDRICKX, M.E. y V. Landa-Jaime. 1997. A new species of *Parthenope* Weber (Crustacea: Brachyura: Parthenopidae) from the Pacific coast of Mexico. *Bull. L'institut Royal Sciences Naturelles*, Bélgica, 67:95-100.

HENDRICKX, M.E. y J. Salgado-Barragán. 1987. A new species of stomatopod, *Eurysquilla pumae* (Eurysquillidae), from the Gulf of California, Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash*., 100:529-531.

HENDRICKX, M.E. y J. Salgado-Barragán. 1989. Ecology and fishery of stomatopods in the Gulf of California, México. En: E.A. Ferrero (ed). *Biology of stomatopods*. Selected Symposia and Monographs U.Z.I., 3 Mucchi, Modena. pp. 241-249.

HENDRICKX, M.E y J. Salgado-Barragán. 1991. *Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano*. Publicación especial del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 10: 1-200.

HENDRICKX, M.E. y J. Salgado-Barragán. 1994. Stomatopods (Crustacea: Hoplocarida) collected off the coast of Sinaloa, México, during the Biocapess cruises IV, V and VI (August, 1991, March and June, 1992). *An. Inst. Biol. Ser. Zool*. UNAM*,* 65(2):217-231.

HENDRICKX, M.E. y A.M. van der Heiden. 1983a. Four species of stomatopods and decapoda brachyura new to the marine fauna on the Gulf of California, Mexico. *Crustaceana,* 44(1):109-110.

HENDRICKX, M.E. y A.M. van der Heiden. 1983b. New records of stomatopod and decapod crustaceans along the Pacific coast of Mexico. *Rev. Biol. Trop*., 31(4):58-60.

Hendrickx, M.E., A.M. van der Heiden, y A. Toledano-Granados. 1984. Resultados de las campañas sipco (Sur de Sinaloa, México) a bordo del b/o "El Puma". Hidrología y composición de las capturas efectuadas en los arrastres. *An. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.* unam, 11(1):107-122.

Illescas-Monterroso, C.M., J. Salgado-Barragán y J.L. Villalobos-Hiriart. 1991. Distribución geográfica, batimetría y aspectos ecológicos de los estomatópodos recolectados durante las campañas oceanográficas dama y atlas en la plataforma continental de Nayarit, Michoacán y Guerrero, México. *An. Instituto de Biología. Ser. Zool.* unam, 62(3): 431-451.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1997. Ampliación de ámbito de *Lysiosquilla panamica* (Stomatopoda: Lysiosquillidae) en el Pacífico tropical mexicano. *Rev. Biol. Trop*., 45(3):1269-1270.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 24(2):155-167.

Landa-Jaime, V., J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, J.E. Michel-Morfín y G. González-Sansón. 1997. Crustáceos decápodos y estomatópodos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 23(4):403-417.

Manning, R.B. 1971. *Lysiosquilla panamica,* a new stomatopod crustacean from the eastern Pacific region. *Proc. Biol. Soc. Wash*., 84(27): 225-230.

Manning, R.B. 1972. Three new stomatopod crustaceans of the family Lysiosquillidae from the eastern Pacific region. *Proc. Biol. Soc. Wash.,* 85:271-278.

Manning, R.B. 1980. The superfamilies, families and genera of recent stomatopod crustacea, with diagnoses of six new families. *Proc. Biol. Soc. Wash.,* 93(2):362-372.

Manning, R.B. y D.K. Camp. 1993. Erythrosquilloidea, a new superfamily, and Tetrasquillidae, a new family of stomatopod crustaceans. *Proc. Biol. Soc. Wash.,* 106(1):85-91.

Mariscal-Romero, J. 2002. Variabilidad espacio temporal de la estructura de las asociaciones de peces demersales de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro de Inv. Biol*., 36(1):26-56.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-Palomino, G. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo Huizar, L.E. Rodríguez-Ibarra, S. Ruíz-Ramírez y G. González-Sansón. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Colima y Jalisco, México (primavera, 1995). *Ciencias Marinas*, 24(1):35-54.

Murillo, C. 1988. Estomatópodos de la costa pacífica de Colombia e Isla Gorgona (Crustacea: Stomatopoda: Squillidae, Gonpdactyllidae y Pseudosquillidae). *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*, 18:95-112.

Pérez-Farfante, I. 1971. A key to the American Pacific shrimps of the genus *Trachypenaeus* (Decapoda: Penaeidae), with the description of a new species. *Fish Bull*., 69(1):635-646.

Pérez-Farfante, I. 1985. The rock shrimp genus *Sicyonia* (Crustacea: Decapoda: Penaeidea) in the eastern Pacific. *Fish Bull*., 83(1):1-79.

Pérez-Farfante, I. 1988. Ilustrated key to Penaeoid shrimps of commerce in the Americas. *U.S. Dept. Comm. noaa Tech Rep. nmfs,* 64:1-32.

Pérez-Farfante, I. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and Sergestotoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mem. Mus. Natn. Hist. Nat. París,* 175:1-233.

Pérez-Peña, M. y E. Ríos-Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico: Species collected with a trawling net. *Ciencias Marinas,* 24(4):425-442.

Rathbun, M.J. 1937. The Oxystomatous and allied crabs of America. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 166:1-278.

Raymundo Huizar, A.R. y X. Chiappa-Carrara. 2000. Hábitos alimentarios de *Diodon histrix* y *Diodon holocanthus* (Pisces: Diodontidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro de Inv. Biol*., 34(2):181-210.

Reaka, M.L. y R.B. Manning. 1980. Geographic range, life history patterns, and body size in a guild of coral-dwelling mantis shrimps. *Evolution,* 34(5):1019-1030.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1996. Additional gastropod records from the continental shelf off Jalisco and Colima, México. *Ciencias Marinas*, 22(3): 347-359.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, E. López-Uriarte y E. Juárez-Carrillo. 2001. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexico. *Rev. Biol. Trop*., 49(3): 785-789.

Rodríguez-de la Cruz, M. C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California*. Secretaría de Pesca, México. 306p.

Rosales-Juárez, F. 1976. Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en alta mar, frente a la costa de Sinaloa, México. En: Instituto Nacional de Pesca (ed.). *Memorias Reunión sobre los recursos de pesca costera de México*, Veracruz. pp. 25-80.

Ruíz-Durá, M. F. 1985. *Recursos pesqueros de las costas de México*. Limusa, México. 135p.

Salgado-Barragán, J. y C. Illescas-Monterroso. 1987. First record of *Lysiosquilla panamica* Manning, 1971 (Crustacea: Stomatopoda) in the Pacific waters of Mexico. *Rev. Biol. Trop*., 35(1):159-160.

Saucedo-Lozano, M. y X. Chiappa-Carrara. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus guttatus* (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro de Inv. Biol*., 34(2):159-180.

Sierra-Rodríguez, P., C. Acosta-Castañeda, J.A. García-Borbón, A.R. García-Juárez, A. Liedo-Galindo, J.M. Melchor-Aragón, S. Ramos-Cruz, A. Rosas-Cota, M.P. Toledo Díaz-Rubín y E. Zárate-Becerra. 2000. Camarón. Pesquerías del Océano Pacífico. En: M.A. Cisneros-Mata, L.F. Beléndez-Moreno, E. Zárate-Becerra, M.T. Gaspar-Dillanes, L.C. López-González, C. Saucedo-Ruíz y J. Tovar-Ávila. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1999-2000*. inp, semarnat. pp. 1-50.

Sosa-Hernández, P., J.L. Hernández-Aguilera y J.L. Villalobos-Hiriart. 1980. *Estudio prospectivo de los crustáceos (Decapoda y Stomatopoda) del Golfo de Tehuantepec, México*. Investigaciones Oceanográficas/B-80-10. Secretaría de Marina, México. 49p.

Stephenson, W. 1967. A comparison of Australian and American specimens of *Hemisquilla ensigera* (Owen, 1932) (Crustacea: Stomatopoda). *Proc. U.S. Nat. Mus*., 120(3564): 1-18.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del golfo de California. En: A. Yánez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Programa Univ. de Alimentos, icmyl-unam, inp, México. pp. 149-200.

Villalobos-Hiriart, J.L., J.C. Nates-Rodríguez, A. Cantú-Díaz Barriga, M.D. Valle-Martínez, P. Flores-Hernández, E. Lira-Fernández y P. Schmidtsdorf-Valencia. 1989. *Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las islas del Golfo de California, México*. Listados faunísticos de México I. Instituto de Biología. unam, México. 114p.

Wicksten, M. K. y M.E. Hendrickx. 1992. Checklist of penaeoid and caridean shrimps (Decapoda: Penaeoidea: Caridea) from the eastern tropical Pacific. *Proc. San Diego Soc. Nat. Hist*., 9:1-11.

Marco ambiental

Biología Peces

Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas

José Luis Castro Aguirre[*]
Adrián F. González Acosta[*]
José de la Cruz Agüero[*]
Rodrigo Moncayo Estrada[**]

Resumen

Se presenta una caracterización de la ictiofauna costera del Pacífico central mexicano (Jalisco, Colima y Michoacán), desde el punto de vista biogeográfico, con base en material recolectado y depositado en colecciones de referencia y consulta de literatura. Este elenco sistemático verificado se compone de 373 especies, agrupadas en 213 géneros y 93 familias. Los teleósteos, y en particular los perciformes, están representados por 39 familias, 110 géneros y 210 especies. De tales familias, las de mayor riqueza específica son: Carangidae (29), Sciaenidae (28), Haemulidae (23) y Serranidae (23). Desde el punto de vista biogeográfico, cerca del 80% de las especies citadas de esa zona son endémicas del Pacífico oriental tropical, su afinidad es de 78% con la Provincia Mexicana y 73% con la Panámica. A nivel genérico su mayor similitud la tienen con el Atlántico occidental, que podría explicarse con eventos vicariantes (*e.g.* emergencia del istmo centroamericano) y subsiguientes procesos de microevolución. Las diferencias que se detectan en cuanto al número de especies registrado en las diferentes listas analizadas se deben, quizá, a la selectividad de los distintos métodos de captura (en el caso de especies de interés pesquero), la escasa labor de exploración y recolección de material íctico que ha prevalecido en esta área geográfica.

Palabras clave: Ictiofauna, Pacífico central mexicano, origen, biogeografía

Introducción

Los estudios de biogeografía marina, en especial los que inciden sobre conjuntos ícticos, no han sido abordados de manera particular, en comparación con los realizados en otros grupos taxonómicos. Esto podría deberse, en gran medida, a la relativa dificultad que representa la recolecta de especímenes en su medio natural, identificación y posterior labor museográfica. Por tanto, en muchas ocasiones los catálogos o inventarios ictiofaunísticos se complementan con información obtenida de las actividades pesqueras de diversa índole que se realizan en áreas muy localizadas, lo cual genera un sesgo importante, resultado de la captura selectiva de especies con valor comercial.

El ámbito geográfico de la presente contribución es el litoral costero del Pacífico central mexicano, que abarca los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, en la zona subtropical-tropical del Pacífico oriental. Gran parte de su ictiofauna pertenece a la Provincia mexicana de Briggs (1974: 43) que se extiende desde Topolobampo, Sinaloa hasta Salina Cruz, Oaxaca, con una discontinuidad en el área de Los Cabos, Baja California Sur. Los límites geográficos de esta provincia fueron establecidos con base en la distribución de peces asociados a fondos duros (rocosos y coralinos); si bien los que habitan fondos suaves (arena o fango) pudieran no corresponder en sentido estricto a dichas fronteras.

En este mismo sentido, y debido a que las condiciones ambientales del Pacífico central mexicano mantienen gran influencia con la corriente cálida de Costa Rica, que se origina como una extensión de la contracorriente ecuatorial (Sverdrup *et al*., 1959: 708; Wyrtki, 1967) que determina temperaturas medias anuales entre 26 y 28 °C hasta los 40 ó 50 m de profundidad, es posible suponer que, con muy pocas excepciones, su ictiofauna correspondería a los límites distribucionales previamente señalados. Por otra parte, la fisiografía de tipo rocoso, asociada con áreas

* Colección Ictiológica, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. AP. 592, La Paz, Baja California Sur, México, 23000.
** Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional, IPN, Justo Sierra 28, Colonia Centro, Jiquilpan, Michoacán, México, 59510.

sedimentarias pequeñas muy localizadas que predominan en estos litorales y la dinámica tectónica de la región, constituyen factores que han contribuido de manera significativa al establecimiento de una fauna íctica característica de este tipo de ambientes.

En sentido estricto no se han realizado hasta el momento, de manera particular para la región marina costera del Pacífico central mexicano, estudios sobre las relaciones biogeográficas y el origen de la ictiofauna marina costera de los estados aquí considerados, con excepción de la contribución de Castro-Aguirre y Balart (2002), donde se analizan desde esta perspectiva y de manera exclusiva, los conjuntos ícticos insulares del Archipiélago de las Revillagigedo, Colima.

En general los catálogos descriptivos, sistemáticos, monografías y atlas pictóricos de la ictiofauna del continente americano, y más específicamente del Pacífico oriental tropical (*v. gr*. Jordan y Evermann, 1896–1900; Osburn y Nichols, 1916; Breder, 1926, 1928 y 1936; Meek y Hildebrand, 1923–1928; Jordan *et al.*, 1930; Himaya y Kumada, 1940; Fowler, 1944; Hildebrand, 1946; Berdegué, 1956; Walford, 1974; Castro-Aguirre, 1978a; Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al*., 1995; De la Cruz-Agüero *et al*., 1997; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Thomson *et al*., 2000), así como algunas listas de especies ícticas que se refieren a la región de estudio, contienen información que podría permitir la elaboración de un bosquejo biogeográfico de esta región (*v. gr.* Aguilar *et al*., 1996; Madrid *et al*., 1997; Madrid y Sánchez, 1999; Godínez *et al*., 2000; Aguilar *et al.*, 2001; Lucano *et al.*, 2001; Espino-Barr *et al*., 2003a; Mariscal-Romero y Gaspar-Dillanes, 2004). Aunque como se mencionó anteriormente, salvo contadas excepciones, no existen especímenes depositados en colecciones de referencia institucionales reconocidas y sólo se dispone de nombres específicos, algunos de los cuales se presentan citados sin arreglo taxonómico (*v. gr*.: Rojo y Ramírez, 1997; Espino-Barr *et al.*, 2003b).

Los estudios biogeográficos generales incluyen las contribuciones de Ekman (1953) y Briggs (1974), además de otras particulares, y en mayor relación con México y su ictiofauna marina costera tales como: Myers, 1940; Hubbs, 1941, 1960; Springer, 1958, 1982; Ricker, 1959; Rosenblatt, 1963, 1967; Rosenblatt y Walker, 1963; Hubbs y Roden, 1964; Briggs, 1955, 1958, 1960, 1961, 1964, 1967a y b; Castro-Aguirre *et al*., 1970; Rosenblatt *et al*., 1972; Castro-Aguirre y de Lachica-Bonilla, 1973; Castro-Aguirre, 1978a, b, 1981, 1983, 1991; Thomson y Gilligan, 1983; Rosenblatt y Waples, 1986; van der Heiden y Findley, 1988; Balart *et al*., 1992, 1995; Castro-Aguirre *et al*., 1992; De la Cruz-Agüero y Galván, 1992; Castro-Aguirre *et al*., 1993; Castro-Aguirre y Torres-Orozco, 1993; Danemann y De la Cruz-Agüero, 1993; Castro-Aguirre *et al*., 1994; De la Cruz-Agüero *et al*., 1994; Castro-Aguirre *et al*., 1995; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; De la Cruz-Agüero *et al*., 1996; De la Cruz-Agüero y Cota, 1998; González-Acosta *et al*., 1999; De la Cruz-Agüero, 2003; Espinosa-Pérez *et al*., 2004; Castro-Aguirre *et al*., 2005; quienes han propuesto límites naturales para cada una de las especies de su especial interés, que pueden o no apegarse a las fronteras reales bióticas y geográficas de cada una o de los diversos conjuntos ícticos. No obstante, tales contribuciones son de utilidad en la caracterización de la ictiofauna de esta zona.

El desconocimiento y la escasez de estudios del nivel alfa, relacionados con la ictiofauna costera de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán (Pacífico Central mexicano), motivaron la presente contribución, cuyo objetivo principal consistió en la elaboración de una lista sistemática actualizada y verificada de la ictiofauna de esta región, fundamentada en determinaciones específicas precisas y sustentadas con ejemplares "*voucher" o "testigo"* depositados en colecciones de referencia que están reconocidas en el ámbito de la Ictiología nacional.

Métodos y materiales

Debido a que existe poco material de referencia depositado en colecciones ictiológicas formales, se realizó la consulta en listas y elencos taxonómicos disponibles como parte de la literatura formal, así como su análisis secuencial con las depuraciones necesarias, consistentes en la verificación de determinado nombre específico y su asignación a una entidad física que, en este caso, se trató de fotografías o dibujos. Es importante hacer notar que, en lo general, las diversas listas consultadas no cuentan con ilustraciones, por lo que la labor se concentró en la observación cuidadosa de los nombres de los diferentes taxones mencionados con relación a sus límites distribucionales y de acuerdo con las fuentes de información consultadas. Resultó de gran utilidad la consulta de la contribución de Nelson *et al*. (2004) en lo referente a la correcta escritura de los nombres científicos y su correlación con los taxones cosiderados. En la lista que se proporciona se ha seguido el arreglo sistemático propuesto por Nelson (2006), con excepción de los elasmobranquios y de la familia Istiophoridae, porque en esa clasificación no se reconocen tales estatus. Sobre este particular se dispone solamente de una lista de peces capturados con red de arrastre tipo camaronero por el B/O *El Puma* de la UNAM frente a la costa de Michoacán; sin embargo, la base física de tales registros es prác-

ticamente inaccesible (*cf.* Amezcua-Linares, 1996 [y su revisión crítica con correcciones y adiciones, por Castro-Aguirre *et al*., 2001]). Otros datos utilizados en este trabajo son resultado del análisis de material recolectado en la bahía de Banderas, Jalisco durante los años de 1997-1998. Para ello se utilizaron al menos 15 artes de captura diferentes en 54 sitios preestablecidos; se obtuvieron 210 especies agrupadas en 145 géneros y 74 familias (Moncayo-Estrada *et al.*, 2006). La información curatorial y otros datos asociados de este acervo, están disponibles en línea en el sitio de la Red Mexicana de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (REMIB-CONABIO).

Con el elenco sistemático derivado de la lista primaria se procedió a la caracterización biogeográfica de la ictiofauna costera de los estados involucrados, con base y de manera parcial en los enunciados y criterios de Briggs (1974).

Resultados

Se compiló un elenco íctico representado por 373 especies, agrupadas en 213 géneros y 93 familias (Tabla 1). Los peces teleósteos, y en forma particular los del orden Perciformes, están mejor representados en la zona con 39 familias, 110 géneros y 210 especies. Resaltan por su mayor riqueza específica las familias Carangidae (29), Sciaenidae (28), Haemulidae (23) y Serranidae (23).

Los números y porcentajes de los grupos taxonómicos (familias, géneros y especies) por localidad o estado se presentan en la *tabla 2*. Las diferencias observadas en el número de especies, así como en la composición ictiofaunística de cada una de las entidades federativas se deben, de modo principal, a la magnitud del esfuerzo dedicado a la recolección de datos y de especímenes, más que a la influencia determinada por los diversos ambientes ecológicos y geológicos en la región objeto del estudio.

Se incluye en la *tabla 1* la información adicional sobre la(s) provincia(s) biogeográfica(s) y referencias de los datos del registro. Del total de especies reconocidas, 52 manifiestan una distribución circumtropical (CT); 12 con distribución anfiamericana (AA); 13 con distribución anfipacífica (AP); 268 son endémicas o con distribución restringida al Pacífico oriental tropical; 126 están compartidas con la Provincia Sandieguina (PS); 261 compartidas con la Provincia de Cortés o Sinuscalifornia (PSC); 291 compartidas con la Provincia Mexicana (PM) y 273 con la Provincia Panámica (PP).

Al final, se consignan por especie las fuentes consultadas para la elaboración del elenco sistemático.

Discusión

En la presente contribución se analizan los datos obtenidos a partir de las listas taxonómicas antes mencionadas y, sobre todo, los asentados en la *tabla 1*. No es factible, por ello, realizar generalizaciones en cuanto a las relaciones biogeográficas del total de la ictiofauna del Pacífico oriental tropical, Pacífico occidental y de la costa del Atlántico de América. Las citas bibliográficas utilizadas fueron las indispensables, por tanto, este ensayo se puede considerar como base para futuros estudios biogeográficos complementados con un mayor y mejor análisis puntual del material ictiológico preservado en colecciones de referencia.

Las consideraciones que pueden hacerse sobre algunos de los componentes de la ictiofauna de los estados antes mencionados son las indicadas en los siguientes párrafos:

La familia Ginglymostomatidae perteneciente al orden Orectolobiformes, agrupa a dos géneros: *Nebrius* con sendas formas características en los ambientes tropicales de la región Indopacífica y *Ginglymostoma*, cuya única especie, en espera de futuros estudios, es: *G. cirratum* (Bonnaterre) que existe en ambas costas del Atlántico y en el Pacífico oriental tropical (Compagno, 1984). En el litoral occidental de América es un elemento conspícuo dentro de la ictiofauna de la región de estudio. Su distribución en el Pacífico oriental abarca desde el Golfo de California hasta el norte de Perú; son tiburones en gran medida sedentarios, que se localizan sobre fondos arenosos cerca de las proximidades de rocas o formaciones coralinas y abundante vegetación.

El orden Carcharhiniformes contiene un número relativamente elevado de especies, tanto pelágicas oceánicas como neríticas, que habitan casi todos los mares del océano mundial (Compagno, 1988); sin embargo, en la plataforma interna de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán solo se ha documentado la presencia de seis especies que pertenecen al género *Carcharhinus* (cinco de ellas con distribución circumtropical y una anfiamericana); además de cuatro adicionales: *Galeocerdo cuvier* (Péron y Lesueur) que es cosmopolita; *Nasolamia velox* (Gilbert) y *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert): endémicas del Pacífico oriental y *Negaprion brevirostris* (Poey), cuya distribución es anfiamericana. Dentro de este mismo orden se incluye a la familia Sphrynidae que contiene alrededor de nueve especies dentro de dos géneros (Gilbert, 1967; Compagno, 1988), empero, en la región de estudio únicamente existe *Sphyrna* con cinco especies, de las cuales tres son circumtropicales y dos anfiamericanas. Este conjunto taxonómico no tiene gran valor como indicador biogeográfico, sobre todo

en lo referente a regionalización faunística. Tal situación es compartida con casi todos los componentes ícticos de peces pelágicos grandes, *v. gr.* atunes (Scombridae), peces vela y marlines (Istiophoridae), pez espada (Xiphiidae), etcétera.

Resalta, aunque no es sorprendente, el gran número de batoideos endémicos de las familias Rhinobatidae y Narcinidae (con dos géneros y tres especies cada una), Urotrygonidae y Gymnuridae (tres géneros, diez especies), que existen en la zona analizada, todas ellas restringidas en la costa occidental de América tropical (Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996).

Con la excepción de dos especies, la mayoría de los representantes del orden Anguilliformes se localiza en ambas costas del Pacífico tropical, siendo endémicas del litoral de América once de ellas. En este caso la evidencia demuestra que la duración de las etapas larvarias de todas las especies pertenecientes a dicho grupo taxonómico puede prolongarse largo tiempo, tanto como para ser transportadas de manera más o menos pasiva por las corrientes transoceánicas de un continente a otro. Esta situación, aunada a los muy probables episodios vicariantes, podría explicar la existencia de poblaciones discretas de una misma especie en ambas costas del Pacífico tropical (*cf.* Springer, 1982).

Las tres familias del orden Clupeiformes que tienen representantes en la costa de los estados de interés, son exclusivas del Pacífico oriental tropical. Este mismo fenómeno se observa en los miembros de las familias Ariidae, Synodontidae, Carapidae, Ophidiidae, Batrachoididae, Antennaridae, Gobiesocidae, Atherinopsidae, Belonidae, Hemiramphidae, Syngnathidae, Holocentridae, Scorpaenidae y Triglidae (Castro-Aguirre *et al*., 1999). Por otra parte, la mayor diversidad del orden Perciformes, presente en la región objeto del estudio, constituye una característica general que comparten todos los grupos ictiofaunísticos de las regiones intertropicales del planeta, es decir, no es privativa de esta zona. En tal contexto, la mayoría de las formas se concentra en las familias Carangidae (13 géneros, 29 especies), Serranidae (10 géneros, 23 especies), Lutjanidae (dos géneros, 10 especies), Gerreidae (cuatro géneros, ocho especies), Haemulidae (ocho géneros, 23 especies), Sciaenidae (nueve géneros, 28 especies), Pomacentridae (cuatro géneros, siete especies) y Gobiidae (ocho géneros, nueve especies), si bien dichas cifras deben ser referidas sólo como indicadores de riqueza específica debido al sesgo, a veces muy pronunciado, que se genera por el método de captura empleado. Este efecto se observa claramente en las dos últimas familias, cuyos representantes tienen como hábitat preferencial los ambientes rocosos y, por tanto, no es posible obtenerlos fácilmente con los medios tradicionales de recolecta; como es obvio, la presencia de mayor ictiodiversidad de esos grupos en la zona de interés es muy probable.

Un marcado contraste con lo anterior se detecta en las familias Serranidae, Carangidae, Haemulidae y Sciaenidae, que muestran el mayor número de especies. Aquí es notorio el efecto de la actividad pesquera debido a que la gran mayoría, si no es que todas las especies incluidas en esos grupos taxonómicos, forma parte de la captura comercial y, debido a esto, se produce el sesgo mencionado. De manera independiente a las consideraciones anteriores, resalta el fuerte grado de endemismo que prevalece dentro de las especies de las familias señaladas. Así, con excepción de *Epinephelus itajara* (Lichtenstein), que es anfiamericana, todas las demás son características de la costa occidental de América.

La familia Carangidae contiene nueve especies circumtropicales: *Alectis ciliaris* (Bloch), *Carangoides orthogrammus* (Jordan y Gilbert), *Caranx melampygus* Cuvier, *Decapterus macarellus* (Cuvier), *D. macrosoma* Bleeker, *Elagatis bipinnulatus* (Quoy y Gaimard), *Selar crumenophthalmus* (Bloch), *Seriola lalandi* Valenciennes y *S. rivoliana* Valenciennes; dos anfipacíficas: *Caranx sexfasciatus* Quoy y Gaimard y *Gnathanodon speciosus* (Forsskål) y las 18 restantes restringidas al Pacífico oriental tropical. La familia Haemulidae consta de 23 especies y está representada por 20 endémicas, además de *Haemulon steindachneri* (Jordan y Gilbert) que es anfiamericana.

El orden Pleuronectiformes es otro grupo taxonómico bien representado y que muestra un número elevado de elementos endémicos en la región del Pacífico oriental (Norman, 1934). Con excepción de *Bothus mancus* (Broussonet), una especie anfipacífica no incluida en la lista sistemática base, todas las demás (cuatro de Bothidae, diez de Paralichthyidae, tres de Achiridae y cinco de Cynoglossidae) están presentes en el litoral de nuestro interés y son exclusivas de la costa oriental del Pacífico tropical. Al final, el orden Tetraodontiformes representa un grupo formado por cinco familias y unos cuantos elementos endémicos en el Pacífico oriental tropical, pero con varias formas holoepipelágicas y de amplia distribución en todos los mares cálidos: Balistidae con *Balistes polylepis* Steindachner, que existe tanto en el Pacífico oriental como en Hawai y *Canthidermis maculatus* (Bloch), una especie con distribución circumtropical, y dos más circunscritas a la costa occidental de América, Monacanthidae (con dos circumtropicales), Ostraciidae (con una anfipacífica), Tetraodontidae (con siete, cinco de ellas endémicas del Pacífico oriental tropical y dos circumtropicales) y Diodontidae (con una endémica y dos circumtropicales).

Como ya se mencionó, no se incluyen en esta discusión las familias Istiophoridae y Scombridae, debido a su amplia distribución y, por ende, poco valor como indicadores biogeográficos. Un grupo muy importante y con alta diversidad en las regiones tropicales del océano mundial es el conformado por los representantes del suborden Blennioidei; sin embargo, en la región de estudio se menciona únicamente una forma y su respectiva familia: *Labrisomus striatus* (Labrisomidae*), Ophioblennius steindachneri* (Blenniidae) y *Dactyloscopus amnis* (Dactyloscopidae). En términos comparativos, en el ámbito mundial, la familia Labrisomidae incluye alrededor de 250 especies nominales, mientras que Blenniidae contiene cerca de 910 y Dactyloscopidae 56 (*cf*. Eschmeyer, 1998: 2402 *et seq.*). Esto demuestra la escasa exploración que ha habido en la zona y también la dificultad que implica la recolecta de organismos en localidades de rompiente y pozas de marea, que es el hábitat preferencial de las dos primeras familias; en el caso de los dactiloscópidos, sus representantes comúnmente se localizan semienterrados en arena o fango de las áreas estuarino lagunares. Por consiguiente, la nula o pobre representatividad de estos grupos dentro de las listas faunísticas, además de deberse a esta situación, podría explicarse por su poca importancia pesquera.

De manera similar, está el suborden Gobioidei y sus tres familias: Eleotridae (tres géneros, 4 especies), Gobiidae (ocho géneros, nueve especies) y Microdesmidae (un género, dos especies). En el ámbito mundial los eleótridos contienen cerca de 290 formas nominales, los góbidos casi 2 400 y los microdésmidos 35 (Eschmeyer, *loc. cit.*). En general estos grupos tienen como hábitat preferencial los ambientes mixohalinos con gran influencia dulceacuícola, aunque buen número de góbidos tiene estrecha relación con áreas rocosas, coralinas, de rompientes y pozas de marea. Además, carecen de interés comercial. Por otro lado, prevalece un alto grado de endemismo en dichos grupos taxonómicos, con excepción de *Awaous tajasica* (Lichtenstein), que muestra distribución anfiamericana, el resto son exclusivos del Pacífico oriental tropical.

Conclusiones

1. El origen de la ictiofauna que predomina en la zona de interés parece situarse entre el Plioceno y el Pleistoceno (alrededor de 3.5 y 4.0 millones de años), cuando realizó su última emergencia el istmo centroamericano, episodio de tipo vicariante que separó a las poblaciones ícticas de ambas costas de América, cuya distribución era hasta entonces continua. Por tanto, su relación más estrecha es con la ictiofauna del Atlántico occidental, sobre todo de las Provincias Caroliniana y Caribeña; esto es patente ya que, a pesar del tiempo transcurrido, prevalece un alto nivel de igualdad genérica y gran afinidad específica entre ambos conjuntos ictiofaunísticos.
2. La ictiofauna costera de los estados objeto del estudio pertenece a las provincias Mexicana y Panámica, con integración compartida entre la Sandieguina (en menor cantidad) y Sinuscaliforniana (Cortés).
3. Esta situación responde en mayor medida a la ubicación geográfica y estrato-tectónica, así como a la influencia real de los parámetros hidrometeorológicos que tienen los tres estados involucrados.
4. La escasez de registros ictiológicos de varias especies representativas de las familias Labrisomidae, Clinidae, Blenniidae, Microdesmidae, Eleotridae, Gobiidae, Dactyloscopidae, Labridae, Scaridae, Pomacentridae, etc., es correlativa con la nula o poca labor de exploración y recolecta en la zona litoral de los tres estados objeto de este estudio. En un futuro será necesario poner especial atención en todo esto, en relación con el conocimiento y la conservación de la ictiodiversidad nacional.
5. Tal labor deberá estar concatenada con el depósito de material de referencia en las colecciones nacionales reconocidas, para evitar la mención y publicación de nombres específicos, sin una base física comprobable en todos los sentidos.
6. Es absolutamente necesario que los investigadores se apeguen a la ética científica y que manifiesten la disponibilidad para verificar y comprobar la veracidad de sus registros en esa área u otra en particular.

Agradecimientos

Los autores reconocemos al Instituto Politécnico Nacional (COFAA, EDI) los apoyos para la realización de esta investigación. En este mismo contexto se agradece lo propio al SNI-Conacyt.

Referencias bibliográficas

Aguilar P.,B.J., J. Mariscal R., G. González S. y I. Rodríguez I. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 22(4): 469-481.

Aguilar P., B.J., C. Pérez R., F. Galván M. y A. Abitia C. 2001. Ictiofauna de bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(1): 173-190.

Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Fishes of the tropical eastern Pacific*. Honolulu: University of Hawaii Press, 332p.

Amezcua-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México*. México: unam-icml, conabio, 184p.

Balart, E.F., J.L. Castro-Aguirre y R. Torres-Orozco. 1992. Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. *Inv. Mar.*, 7(2): 91-103.

Balart, E.F., J.L. Castro-Aguirre, D. Aurioles-Gamboa, F. García-Rodríguez y C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. México. *Hidrobiológica*, 5(12): 79-85.

Berdegué, A. J. 1956. *Peces de importancia comercial en la costa noroccidental de México.* México. Secretaría de Marina: Comisión de Fomento a la Piscicultura Rural, Talleres Gráficos de la Nación, 345p.

Breder, C.M. 1926. Elasmobranchii from Panama to Lower California. Scientific results of the Second Oceanographic Expedition of the "*Pawnee"*, 1926. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll*., 2(1): 1-13.

Breder, C.M. 1928. Nemathognathi, Apodes, Isospondyli, Synentognathi, and Thoracostraci from Panama to Lower California. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll*., 2(2): 1-25.

Breder, C.M. 1936. Heterosomata to Pediculati from Panama to Lower California. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll*., 2(3): 1-56.

Briggs, J.C. 1955. A monograph of the clingfishes (Order Xenopteygii). *Stanford Ichthyol. Bull.,* 6: 224p.

Briggs, J.C. 1958. A list of Florida fishes and their distribution. *Bull. Fla. State Mus. Biol. Sci*., 2(8): 223-318.

Briggs, J.C. 1960. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. *Copeia*, 1960(3): 171-180.

Briggs, J.C. 1961. The east Pacific barrier and the distribution of marine shore fishes. *Evolution*, 15(4): 545-554.

Briggs, J.C. 1964. Additional transpacific shore fishes. *Copeia* 1964(4): 706-708.

Briggs, J.C. 1967a. Dispersal of tropical marine shore animals: Coriolis parameters or competition? *Nature*, 216(5113): 350.

Briggs, J.C. 1967b. Relationships of the tropical shelf regions. *Stud. Trop. Oceanogr*., 5: 569-578.

Briggs, J.C. 1974. *Marine Zoogeography*. Nueva York: McGraw-Hill. 475p.

Castro-Aguirre, J.L. 1978a. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Departamento de Pesca, Serie Científica, 19, México. 289p.

Castro-Aguirre, J.L. 1978b. Posible impacto sobre la fauna del Pacífico oriental tropical, con especial referencia al Golfo de California, por la apertura de un nuevo canal interocéanico a nivel del mar. *Mem. I Simposio de Biología Marina*, uabcs, La Paz. pp. 111-128.

Castro-Aguirre, J.L. 1981. Especies de la Familia Scyliorhinidae (Elasmobranchii: Galeoidea) de la costa occidental de México, con especial referencia a *Cephalurus cephalus* (Gilbert). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 24: 71-93.

Castro-Aguirre, J.L. 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol*., 27: 77-94.

Castro-Aguirre, J.L. 1991. Nuevos registros de peces mesopelágicos y bentónicos en el Golfo de California, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol*., 35: 71-89.

Castro-Aguirre, J.L., J. Arvizu Martínez y J. Páez Barrera. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*., 21: 107-181.

Castro-Aguirre, J.L. y F. de Lachica-Bonilla. 1973. Nuevos registros de peces marinos en la costa del Pacífico mexicano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*., 34: 147 – 181.

Castro-Aguirre, J.L., J. Ramírez-Cruz y M.A. Martínez-Muñoz. 1992. Nuevos datos sobre la distribución de lenguados (Pisces: Pleuronectiformes) en la costa oeste de Baja California, México, con aspectos biológicos y zoogeográficos. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.,* 37: 97-119.

Castro-Aguirre, J.L. y R. Torres-Orozco. 1993. Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.*, 38: 67-73.

Castro-Aguirre, J.L., J.J. Schmitter-Soto, E.F. Balart y R. Torres-Orozco*.* 1993. Sobre la distribución de algunos peces bentónicos de la costa Oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.*, 38: 75-102.

Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y J. Arvizu-Martínez. 1994. Consideraciones generales sobre la ictiofauna de las lagunas costeras de México. *Rev. Zool. Inf*., 27: 47-84.

Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 5(12): 57-78.

Castro-Aguirre, J.L. y H. Espinosa-Pérez. 1996. *Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. México: Instituto de Biología, unam, Listados Faunísticos de México, 8: 75p.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México.* Noriega-Limusa, México. 711p.

Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y H.S. Espinosa-Pérez. 2001. Revisión crítica del libro denominado: 'Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México', por Felipe Amezcua-Linares. México: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, unam/conabio, 184 p., 1996. *Zool. Inf., Rev*., 42: 11-16.

Castro-Aguirre, J.L. y E.F. Balart. 2002. La ictiofauna de las islas Revillagigedo y sus relaciones zoogeográficas, con comentarios acerca de su origen y evolución. En: M.L. Lozano Vilano (ed.), *Libro Jubilar en Honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Monterrey: uanl, pp. 153-170.

Castro-Aguirre, J.L., A.F. González-Acosta y J. De la Cruz-Agüero. 2005. Lista anotada de las especies icticas, anfipacificas, de afinidad boreal, endemicas y anfipeninsulares del Golfo de California, Mexico. Universidad y Ciencia (U.J.A.T.), 21(42): 87-108.

Compagno, L.J.V. 1984a. *fao Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Pt. 1. Hexanchiformes to Lamniformes.* fao Fish Synopsis, 125(4): 249p.

Compagno, L.J.V. 1984b. *fao Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Pt. 2. Carcharhiniformes.* FAO Fish Synopsis, 125(4): 251-665.

Compagno, L.J.V. 1988. *Sharks of the Order Carcharhiniformes*. Nueva Jersey: Princeton Univ. Press. 486p.

Danemann, G.D. y J. De la Cruz-Agüero. 1993. Ichthyofauna of San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 19(3): 333-341.

De la Cruz-Agüero, J. 2003. Peces Marinos de Sinaloa: Historia, Distribución y Diversidad. En: J.L. Cifuentes-Lemus y J. Gaxiola (ed.) *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*. unam, El Colegio de Sinaloa, pp. 395-403.

De la Cruz-Agüero, J. y F. Galván. 1992. Peces mesopelágicos capturados en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California: Cruceros Puma 1982-1988. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 19(1): 25-31.

De la Cruz-Agüero, J., F. Galván, J. Rodríguez, A.L. Abitia y F. Gutiérrez. 1994. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 20(1): 17-31.

De la Cruz-Agüero, J., M. Arellano y V.M. Cota. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C y B.C.S., México. *Ciencias Marinas,* 22(1): 111-128.

De la Cruz-Agüero, J., M. Arellano, V.M. Cota y G. de la Cruz-Agüero. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur. México*: IPN-CICIMAR, CONABIO, 341p.

De la Cruz-Agüero, J. y V.M. Cota. 1998. Ictiofauna de la laguna de San Ignacio, B.C.S., México: nuevos registros y ampliaciones de ámbito. *Ciencias Marinas*, 24(3): 353-358.

Ekman, S. 1935. *Tiergeographie des meeres*. Leipzig: Akad. Verlagsses. (Fide: Ekman, S. 1953. *Zoogeography of the Sea*. Londres: Sidwick and Jackson. 417p.

Eschmeyer, W.N. 1998. Species in a classification. En: W.N. Eschmeyer (ed.). *Catalog of fishes*. Academy of Sciences. San Francisco, California (3): 2175-2448.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003a. *Peces Marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CRIP-Manzanillo, CONABIO, 106p.

Espino-Barr, E., A. Ruíz-Luna y A. Garcia-Boa. 2003b. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: a case of study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(4): 393-401.

Espinosa-Pérez, H.S., J.L. Castro-Aguirre y L. Huidobro-Campos. 2004. *Catálogo sistemático de los tiburones de México (Elasmobranchii: Selachiimorpha). Listados Faunísticos de México*. UNAM, Instituto de Biología, 134p.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Vertebrados. Roma: FAO, (1): 646 p. y (2): 647-1200.

Fowler, H.W. 1944. The fishes. En: Results of the Fifth George Vanderbilt Expedition (1941). "Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galapagos Archipelago and Mexican Pacific Islands". *Monogr. Acad. Nat. Sci. Phila*., 6: 57-583.

Gilbert, C.R. 1967. A revision of the hammerhead sharks (Family Sphyrnidae). *Proc. U.S. Nat. Mus*., 119(3539): 1-88.

Godínez, E., J. Rojo, V. Galván y B. Aguilar. 2000. Changes in the structure of a coastal fish assemblage exploited by a small scale gillnet fishery during an El Niño-La Niña event. Estuarine. *Coastal and Shelf Science*, 51(6): 773-787.

González-Acosta, A.F., G. de la Cruz-Agüero, J. de la Cruz-Agüero y G. Ruiz Campos. 1999. Ictiofauna asociada al manglar del Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Oceánides* 14 (2): 121-131.

Hildebrand, S.F. 1946. A descriptive catalog of the shore fishes of Peru. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 189: 530p.

Himaya, Y. y T. Kumada. 1940. *Peces marinos de la costa mexicana del Pacífico*. México: Talleres Gráficos de la Nación, 78 p.

Hubbs, C.L. 1941. The relations of hydrological conditions to speciation in fishes. *A symposium in Hydrobiology*. University of Wisconsin Press, pp. 182-194.

Hubbs, C.L. 1960. The marine vertebrates of outer coast. *Syst. Zool.,* 9(3): 134-147.

Hubbs, C.L. y G.I. Roden. 1964. Oceanography and marine life along the Pacific coast of Middle America. En: *Natural Environment and Early Cultures of Middle American Indians*. Handbook of Middle American Indians. Univ. Texas Press. pp. 143-186.

Jordan, D.S. y B.W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus*., 47(1 - 4): 3313p.

Jordan, D.S., D.W. Evermann y H.W. Clark. 1930. Checklist of the fishes and fishlike vertebrates of North and Middle America, north of the northern boundary of Venezuela and Colombia. *Rept. U.S. Comm. Fish. ,1928*,2:1-670.

Lucano R., S. Ruíz R., B. Aguilar P. y J. Rojo V. 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*, 5(15): 13-20.

Madrid, J. y P. Sánchez. 1997. Patterns in marine communities as shown by artisanal fisheries data on the shelf off the Nexpa River, Michoacán, México. *Fish. Res*., 33: 149-158.

Madrid, J., P. Sánchez y A.A. Ruíz. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45: 485-495.

Mariscal-Romero, J. y M.T. Gaspar-Dillanes. 2004. Asociaciones de peces del sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño, Jalisco: consideraciones ecológicas para su manejo. En: M.L. Lourdes Lozano Vilano y A.J. Contreras Balderas (eds.), *Homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina: un ictiólogo mexicano*. Monterrey: UANL. pp. 63-90.

Meek, S.E. y S.F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. *Publ. Field Mus. Nat. Hist., Zool. Ser*., 15(14): 1-045.

Moncayo-Estrada, R., J.L. Castro-Aguirre y J. De la Cruz-Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. *Rev. Mex. Biodiversidad,* 77: 67-80.

Myers, G.S. 1940. The fish fauna of the Pacific ocean with special reference to zoogeographical regions and distribution as they affect the international aspect of fisheries, *Proc. Sixth Pacific Sci. Congr*., 1939(3): 201-210.

Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4ª ed. Nueva Jersey: John Wiley, 601 p.

Nelson, J.S., E.J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea y J.D. Williams. 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. 6ª ed. American Fisheries Sociey, Special Publication 29. 386p.

Norman, J.R. 1934. *A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata*). Vol. 1: Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. Londres: British Museum (Natural History). 459p.

Osburn R.C. y J.T. Nichols. 1916. Shore fishes collected by the "*Albatross"* expedition in Lower California, with descriptions of new species. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist*., 35: 139-181.

Ricker, K.E. 1959. Mexican shore and pelagic fishes collected from Acapulco to Cape San Lucas during the 1957 cruise of the "Marijean". *Mus. Contrib., Inst. Fish. Univ. Brit.* Columbia, 3: 1-18.

Rojo, J. y M. Ramírez. 1997. Composición específica de la captura con redes de enmalle en bahía de Navidad, Jalisco, México. *Oceánide*s, 12(2): 121-126.

Rosenblatt, R.H. 1963. Some aspects in speciation of marine shore fishes. En: J.P. Harding y N.B. Tebble (comps.). *Speciation in the sea*. Londres: The Systematic Association Publ. pp. 171-180.

Rosenblatt, R.H. 1967. The zoogeographical relationships of the marine shore fishes of tropical America. *Stud. Trop. Oceanogr*., 5: 579-592.

Rosenblatt, R.H., J.E. McCosker y I. Rubinoff. 1972. Indowest Pacific fishes from the Gulf of Chirique, Panama. Los Ángeles *Co. Mus. Hist. Nat., Contrib. in Sci.*, 293: 1-22.

Rosenblatt, R.H. y B.W. Walter. 1963. The marine shore fishes of Galapagos Islands. *Occ. Papers California Acad. Sci.,* 44: 97-106.

Rosenblatt, R.H. y R.S. Waples. 1986. A genetic comparison of allopatric populations of shore fish species from the eastern and central Pacific ocean: dispersal or vicariance? *Copeia*, 1986(2): 275-284.

Springer, V.G. 1958. Systematics and biogeography of the clinid fishes of the Subtribe Labrisomini Hubbs. *Publ. Inst. Mar. Sci*., 5: 417-492.

Springer, V.G. 1982. Pacific plate biogeography, with special reference to shorefishes. *Smithsonian Contrib. to Zool.*, 367: 182p.

Sverdrup, H.U., M.W. Johnson y R.H. Fleming. 1959. *The oceans, their physics, chemistry, and general biology*. Nueva Jersey: Prentice-Hall. 1087p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. Revised edition. Austin: The University of Texas Press. 353p.

Thomson, D.A. y M. Gilligan. 1983. The rocky-shore fishes. En: T.J. Case y M.L. Cody (comps.). *Island biogeography in the Sea of Cortés*. Berkeley: University of California Press. pp. 98-129.

Van der Heiden, A. y L.T. Findley. 1988. Lista de los peces marinos del sur de Sinaloa. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol*., 15(2): 209-224.

Walford, L.A. 1974. *Marine game fishes of the Pacific coast from Alaska to Equator (with a retrospective introduction–1974*). Reimpresión de la publicación de la edición de 1937 de la University of Calif. Press. Nueva Jersey: tfh Publications. 205p.

Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific ocean. *Internatl. J. Oceanol and Limnol*., 1(2): 117-147.

Tabla 1

Lista sistemática de la ictiofauna costera del Pacífico central mexicano

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
A) Clase Chondrichthyes			
Subclase Elasmobranchii			
B) Orden Orectolobiformes			
Familia Ginglymostomatidae			
Ginglymostoma cirratum (Bonnaterre, 1788)	J, C	AA	3, 10, 9
C) Orden Carcharhiniformes			
Familia Carcharhinidae			
Carcharhinus brachyurus (Günther, 1870)	J	CT	13
Carcharhinus falciformis (Bibron, 1839)	J	CT	13
Carcharhinus leucas (Valenciennes, 1839)	J, M	CT	3, 9
Carcharhinus limbatus (Valenciennes, 1839)	J, M	CT	3, 9, 10, 11
Carcharhinus obscurus (Lesueur, 1818)	J, C, M	CT	3, 9
Carcharhinus porosus (Ranzani, 1839)	J, C, M	AA	9, 10, 13
Galeocerdo cuvier (Peron y Lesueur, 1822)	C, M	CT	9
Nasolamia velox (Gilbert, 1898)	J	PS, PSC, PM, PP	9
Negaprion brevirostris (Poey, 1868)	J, M	AA	3, 9, 10
Prionace glauca (Linnaeus, 1758)	J	CT	3
Rhizoprionodon longurio (Jordan y Gilbert, 1883)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 4, 9, 10, 13
Familia Sphyrnidae			
Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834)	J, M	CT	1, 3, 11, 10, 13, 14
Sphyrna media Springer, 1940	C	PSC, PM, PP	9
Sphyrna mokarran (Rüppell, 1837)	J, C	CT	9
Sphyrna tiburo (Linnaeus, 1758)	J	PS, PSC, PM, PP	9
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758)	J	CT	3, 13
D) Orden Lamniformes			
Familia Alopiidae			
Alopias pelagicus Nakamura, 1935	J	AP	13
Alopias vulpinus (Bonaterre, 1788)	J	CT	3
Familia Lamnidae			
Isurus oxyrinchus Rafinesque, 1810	J, M	CT	9
E) Orden Squaliformes			
Familia Echinorhinidae			
Echinorhinus cookei Piestschmann, 1928	J	AP	13

Colima [C], Jalisco [J] y Michocán [M]). **AA** (distribución anfiaméricana); **AP** (distribución anfipacífica); **CT** (distribución circumtropical); **PS** (Provincia Sandieguina); **PSC** (Provincia Sinuscalifornia); **PM** (Provincia Mexicana); **PP** (Provincia Panámica)

Referencias: 1. Amezcua-Linares (1996); 2. Aguilar *et al.* (1996); 3. Aguilar *et al.* (2001); 4. Castro-Aguirre *et al.* (1999); 5. Castro-Aguirre y Espinosa (1996); 6. Castro-Aguirre *et al*. (2001); 7. Castro-Aguirre *et al.* (2002); 8. Espino-Barr *et al*. (2003a), 9. Espinosa-Pérez *et al.* (2004), 10. Lucano *et al.* (2001), 11. Madrid *et al*. (1997); 12. Mariscal-Romero y Gaspar-Dillanes (2004); 13. Moncayo *et al.* (2006); 14. Rojo y Ramírez (1997).

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
F) Orden Torpediniformes			
Familia Narcinidae			
Diplobatis ommata (Jordan y Gilbert, 1890)	J, C	PSC, PM, PP	2, 3, 5
Narcine entemedor Jordan y Starks, 1895	J, C, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 5,13
Narcine vermiculatus Breder, 1928	J, C	PM, PP	2, 3, 5
G) Orden Rhinobatiformes			
Familia Rhinobatidae			
Rhinobatos glaucostigma (Jordan y Gilbert, 1883)	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13
Rhinobatos leucorhynchus (Günther, 1867)	J	PSC, PM, PP	5
Zapteryx exasperata (Jordan y Gilbert, 1880)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 13
H) Orden Rajiformes			
Familia Rajidae			
Raja equatorialis Jordan y Bollman, 1890	J,M	PM, PP	1, 2, 3
I) Orden Myliobatiformes			
Familia Dasyatidae			
Dasyatis longus (Garman, 1880)	M	PSC, PM, PP	1, 10
Familia Urotrygonidae			
Urobatis concentricus (Osburn y Nichols, 1916)	J, M	PSC, PM	1, 3, 5
Urobatis halleri Cooper, 1863	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 5
Urobatis maculatus (Garman, 1913)	J	PSC, PM	5
Urotrygon aspidura (Jordan y Gilbert, 1881)	J, M	PSC, PM, PP	1, 13
Urotrygon chilensis (Günther, 1881)	J, M	PSC, PM, PP	1, 13
Urotrygon munda Gill, 1863	C	PSC, PM, PP	5
Urotrygon nana Miyake y McEachran, 1988	M	PSC,PM	1
Urotrygon rogersi (Jordan y Starks, 1895)	J, C, M	PSC, PM, PP	2, 3, 10, 13
Familia Gymnuridae			
Gymnura crebripunctata (Peters, 1869)	J	PS,PSC,PM, PP	13
Gymnura marmorata (Cooper, 1863)	J, M	PS,PSC,PM, PP	1, 2, 3, 5, 13
Familia Myliobatidae			
Aetobatus narinari (Euphrasen, 1790)	J	CT	5, 13
Familia Rhinopteridae			
Rhinoptera steindachneri Evermann y Jenkins, 1892	J	PSC, PM, PP	13
Familia Mobulidae			
Manta birostris (Donddorff, 1798)	J	CT	5
Mobula tarapacana (Philippi, 1892)	J	CT	13
J) Clase Actinopterygii			
K) Orden Elopiformes			
Familia Elopidae			
Elops affinis Regan, 1909	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13, 14
L) Orden Albuliformes			
Familia Albulidae			
Albula nemoptera (Fowler, 1910)	J, M	AA	1, 2, 3, 8, 10, 11, 13, 14
Albula sp. a*ff. esuncula* Garman, 1899	J	PM, PP	12, 13
M) Orden Anguilliformes			
Familia Muraenidae			
Gymnothorax castaneus (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Gymnothorax equatorialis (Hildebrand, 1946)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Gymnomuraena zebra (Shaw y Nodder, 1797)	J	AP	13
Muraena clepsydra Gilbert, 1898	J	PSC, PM, PP	2, 3
Muraena lentiginosa Jenyns, 1842	J	PSC, PM, PP	2, 3
Familia Ophichthidae			
Echiophis brunneus (Castro-Aguirre y Suárez de los Cobos, 1983)	J	PSC, PM, PP	2, 3
Myrichthys aspetocheiros McCosker y Rosenblatt, 1993	J	PM, PP	13
Myrichthys tigrinus Girard, 1859	J	AP	2, 12
Myrophis vafer Jordan y Gilbert, 1881	J	PSC, PM,PP	2, 3
Ophichthus triserialis (Kaup, 1856)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 4
Ophichthus zophochir Jordan y Gilbert, 1881	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Familia Muraenesocidae			
Cynoponticus coniceps (Jordan y Gilbert, 1891)	J	PS, PSC, PM, PP	2, 13
Familia Congridae			
Ariosoma nitens (Jordan y Bollman, 1889)	M	PSC, PM, PP	1
N) Orden Clupeiformes			
Familia Engraulidae			
Anchoa ischana (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PSC, PM, PP	13
Anchoa nasus (Kner y Steindachner, 1867)	J	PS, PSC, PM, PP	3
Anchovia macrolepidota (Kner y Steindachner,1865)	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3
Cetengraulis mysticetus (Günther, 1867)	J	PSC, PM,PP	2, 3, 13
Familia Pristigasteridae			
Neopisthopterus tropicus (Hildebrand, 1946)	J	PSC, PM, PP	2, 3
Opisthopterus dovii (Günther, 1868)	J	PS, PSC, PM, PP	13
Pliosteostoma lutipinnis (Jordan y Gilbert, 1881)	J, M	PM, PP	2, 3, 4, 10, 13
Familia Clupeidae			
Harengula thrissina (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PS, PSC, PM, PP	3
Lile gracilis Castro-Aguirre y Vivero, 1990	J, M	PM, PP	4
Lile nigrofasciata Castro-Aguirre, Ruiz-Campos y Balart, 2002	J, M	PS, PSC, PM, PP	7
Opisthonema libertate (Günther, 1867)	J, C	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13
O) Orden Gonorhynchiformes			
Familia Chanidae			
Chanos chanos (Forsskål, 1775)	J, C	AP	4, 3, 8, 10, 14
P) Orden Siluriformes			
Familia Ariidae			
Ariopsis kessleri (Steindachner, 1877)	M	PM, PP	4
Ariopsis planiceps (Steindachner, 1876)	J, M	PM, PP	2, 3, 4
Ariopsis guatemalensis (Günther, 1864)	M	PM, PP	4
Ariopsis platypogon (Günther, 1864)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 6, 13
Ariopsis seemanni (Günther, 1864)	J, C, M	PM, PP	4, 8, 13
Bagre panamensis (Gill, 1863)	J	PS, PSC, PM, PP	13
Cathorops fuerthii (Steindachner, 1877)	J	PM, PP	10, 13
Sciadeops troschelii (Gill, 1863)	J	PM, PP	2, 3
Q) Orden Aulopiformes			
Familia Synodontidae			
Synodus lacertinus Gilbert, 1890	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Synodus sechurae Hildebrand, 1946	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Synodus scituliceps Jordan y Gilbert, 1881	J, C, M	PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13
Synodus evermanni Jordan y Bollman, 1890	J	PSC, PM, PP	2, 3
R) Orden Lampridiformes			
Familia Regalecidae			
Regalecus sp.	J	CT	11
S) Orden Ophidiiformes			
Familia Carapidae			
Encheliophis dubius (Putnam, 1874)	M	PSC, PM, PP	4
Familia Ophidiidae			
Brotula clarkae Hubbs, 1944	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3
Cherublemma emmelas (Gilbert, 1890)	J	PSC, PM, PP	13
Lepophidium prorates (Jordan y Bollman, 1890)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Ophidion galeoides (Gilbert, 1890)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Othopidion indefatigable Jordan y Bollman, 1890	J	PM, PP	2, 3
T) Orden Batrachoidiformes			
Familia Batrachoididae			
Porichthys analis Hubbs y Schultz, 1939	J	PSC, PM	13
Porichthys margaritatus (Richardson, 1844)	J	PM, PP	2, 3
U) Orden Lophiiformes			
Familia Lophiidae			
Lophiodes caulinaris (Garman, 1899)	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Lophioides spirulus (Garman, 1899)	M	PSC, PM, PP	1

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Familia Antennariidae			
Antennarius avalonis Jordan y Starks, 1907	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Antennarius sanguineus Gill, 1863	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Familia Ogcocephalidae			
Zalieutes elater (Jordan y Gilbert, 1881)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3
V) Orden Mugiliformes			
Familia Mugilidae			
Agonostomus monticola (Bancroft, 1836)	J, C, M	AA	4
Mugil cephalus Linnaeus, 1758	J, M	CT	3, 4, 10, 13, 14
Mugil curema Valenciennes, 1836	J, C	AA	3, 4, 8, 10, 13
W) Orden Atheriniformes			
Familia Atherinopsidae			
Atherinella guatemalensis (Günther, 1864)	M	PM, PP	4
X) Orden Beloniformes			
Familia Belonidae			
Tylosurus crocodilus fodiator Jordan y Gilbert, 1882	J	CT	13
Tylosurus exilis (Girard, 1854)	J, C	PS, PSC, PM, PP	2, 8
Tylosurus pacificus (Steindachner, 1876)	J	CT	2, 3, 10, 13, 14
Familia Exocoetidae			
Cypselurus callopterus (Günther, 1866)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	8
Fodiador acutus rostratus (Valenciennes, 1847)	J	AA	13
Familia Hemiramphidae			
Hemiramphus saltator Gilbert y Starks, 1904	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	8
Hyporhamphus naos Banford y Collette, 2001	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	13
Y) Orden Beryciformes			
Familia Holocentridae			
Myripristis leiognathus Valenciennes, 1855	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13, 14
Sargocentron suborbitalis Gill, 1861	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10, 13
Z) Orden Gasterosteiformes			
Familia Syngnathidae			
Hippocampus ingens Girard, 1858	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3
Pseudophallus starskii (Jordan y Culver, 1895)	J, M	PM, PP	4
Familia Fistulariidae			
Fistularia commersonii Rüppell, 1838	J, C, M	AP	1, 3, 2, 8, 10, 13
AA) Orden Scorpaeniformes			
Familia Scorpaenidae			
Scorpaena plumieri Bloch, 1789	J, M	AA	1, 2, 3, 10, 13
Scorpaena russula Jordan y Bollman, 1890	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Pontinus sierra Gilbert, 1890	J	PM, PP	2
Familia Triglidae			
Bellator xenisma (Jordan y Bollman, 1890)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Bellator loxias (Jordan, 1896)	J	PM	2, 3
Prionotus albirostris Jordan y Bollman, 1890	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3
Prionotus horrens Richardson, 1844	C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 8
Prionotus ruscarius Gilbert y Starks, 1904	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13
Prionotus stephanophrys Lockington, 1881	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
BB) Orden Perciformes			
Familia Centropomidae			
Centropomus armatus Gill, 1863	J	PM, PP	13
Centropomus medius Günther, 1864	J, M	PS, PSC, PM, PP	4, 13
Centropomus nigrescens Günther, 1864	J, C	PSC, PM, PP	4, 8, 10, 13
Centropomus robalito Jordan y Gilbert, 1882	J, C	PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13, 14
Centropomus viridis Lockington, 1877	J, M	PSC, PM, PP	4, 11
Familia Serranidae			
Alphestes immaculatus Breder, 1936	J, C	PSC, PM, PP	2, 3, 8
Alphestes multiguttatus (Günther, 1867)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Cephalopholis panamensis (Steindachner, 1876)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10, 13

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Dermatolepis dermatolepis (Boulenger, 1895)	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 10, 14
Diplectrum eumelum Rosenblatt y Johnson, 1974	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3
Diplectrum euryplectrum Jordan y Bollman, 1890	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3
Diplectrum labarum Rosenblatt y Johnson, 1974	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Diplectrum macropoma (Günther, 1864)	M	PS, PSC, PM, PP	1
Diplectrum pacificum Meek y Hildebrand, 1925	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 13
Diplectrum rostrum Bortone, 1974	J	PSC, PM, PP	3
Epinephelus acanthistius (Gilbert, 1892)	J, C, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 6, 8, 10, 14
Epinephelus analogus Gill, 1863	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 6, 8, 10, 14
Epinephelus itajara (Lichtenstein, 1822)	J	AA	13
Epinephelus labriformis (Jenyns, 1840)	J, C, M	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Epinephelus niphobles Gilbert y Starks, 1897	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3
Hemanthias peruanus (Steindachner, 1875)	J	PS, PSC, PM, PP	10
Paralabrax auroguttatus Walford, 1936	C	PS, PSC, PM	8
Paralabrax loro Walford, 1936	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10, 13
Paralabrax maculatofasciatus (Steindachner, 1868)	J	PS, PSC, PM, PP	13
Paranthias colonus Valenciennes, 1855	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Rypticus bicolor Valenciennes, 1846	J	PSC, PM	2, 3
Rypticus nigripinnis Gill, 1862	J	PS, PSC, PM, PP	10, 13
Serranus psittacinus Valenciennes, 1855	J	PSC, PM, PP	2, 3
Familia Opistognathidae			
Opistognathus mexicanus Allen y Robertson, 1991	J	PSC, PM	2
Familia Priacanthidae			
Heteropriacanthus cruentatus (Lacepede, 1801)	J	CT	3, 10, 14
Pristigenys serrula (Gilbert, 1891)	J, C, M	PS,PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10
Familia Apogonidae			
Apogon pacificus (Herre, 1935)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 13
Apogon retrosella (Gill, 1863)	J	PSC, PM	2, 3
Familia Malacanthidae			
Caulolatilus affinis Gill, 1865	J	PSC, PM, PP	10
Familia Nematistiidae			
Nematistius pectoralis Gill, 1862	J	PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13
Familia Echeneidae			
Remora osteochir (Cuvier, 1829)	J	CT	13
Remora remora (Linnaeus, 1758)	J	CT	10, 13
Familia Coryphaenidae			
Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758	J, C	CT	3, 8, 10, 13, 14
Familia Carangidae			
Alectis ciliaris (Bloch, 1787)	J, M	CT	1, 3, 10, 13, 14
Carangoides orthogrammus (Jordan y Gilbert, 1882)	C	CT	3, 8, 10
Carangoides otrynter Jordan y Gilbert, 1883	C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13
Carangoides vinctus (Jordan y Gilbert, 1881)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13, 14
Carangoides caballus Günther, 1868*	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Caranx caninus Günther, 1867	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 4, 8, 10, 13, 14
Caranx melampygus Cuvier, 1833	C	CT	8
Caranx sexfasciatus Quoy y Gaimard, 1825	J, C	AP	3, 8, 10, 13, 14
Chloroscombrus orqueta Jordan y Gilbert,1883	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13
Gnathanodon speciosus (Forsskål, 1775)	J, C	AP	3, 8, 10, 13, 14
Decapterus hypodus Gill, 1862	M	PS, PSC, PM, PP	1
Decapterus macarellus (Cuvier, 1833)	J	CT	3, 10, 14
Decapterus macrosoma Bleeker, 1851	J	CT	3
Decapterus muroadsi (Temminck y Schlegel, 1844)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	8
Elagatis bipinnulatus (Quoy yGaimard, 1825)	J, C, M	CT	8, 10
Hemicaranx leucurus (Günther, 1864)	J, C	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13
Hemicaranx zelotes Gilbert, 1898	J, C	PS, PSC, PM, PP	8, 10, 13
Oligoplites altus (Günther, 1868)	J , C	PSC, PM, PP	3, 10, 8, 14
Oligoplites refulgens Gilbert y Starks, 1904	J	PSC, PM, PP	10, 13

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Oligoplites saurus (Bloch y Schneider, 1801)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 13
Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793)	J, C, M	CT	1, 3, 8, 10, 13
Selene brevoortii (Gill, 1863)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13, 14
Selene orstedii Lütken, 1880	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 13
Selene peruviana (Guichenot, 1866)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13
Seriola lalandi Valenciennes, 1833	J	CT	13
Seriola rivoliana Valenciennes, 1833	J, C	CT	3, 8, 10, 14
Trachinotus kennedyi Steindachner, 1876	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10
Trachinotus paitensis Cuvier, 1831	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	8, 10, 13
Trachinotus rhodopus Gill, 1863	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Familia Lutjanidae			
Hoplopagrus guentheri Gill, 1862	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8,10, 13, 14
Lutjanus aratus (Günther, 1864)	M	PS, PSC, PM, PP	4
Lutjanus argentiventris (Peters, 1869)	J, C,M	PS, PSC, PM, PP	3, 4, 8, 10, 13, 14
Lutjanus colorado Jordan y Gilbert, 1882	J, C,M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13, 14
Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869)	J, C,M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13, 14
Lutjanus jordani (Gilbert, 1898)	J, C	PM, PP	8
Lutjanus novemfasciatus Gill, 1862;	J, C,M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13, 14
Lutjanus inermis (Peters, 1869)	J, C,M	PSC, PM, PP	3, 6, 8, 10, 13
Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922)	J, C,M	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13
Lutjanus viridis (Velenciennes, 1846)	J	PSC, PM, PP	3, 10
Familia Lobotidae			
Lobotes pacificus Gilbert, 1898	C, M	CT	3, 8, 10
Familia Gerreidae			
Diapterus aureolus (Jordan y Gilbert, 1882)	J, M	PSC, PM, PP	4, 13
Diapterus peruvianus (Cuvier, 1830)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 4, 8, 10, 13, 14
Eucinostomus currani Zahuaranec, 1980	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 13
Eucinostomus dowii (Gill, 1863)	J, M	PSC, PM, PP	1, 13
Eucinostomus entomelas Zahuranec,1980	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 10
Eucinostomus gracilis (Gill, 1862)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4
Eugerres brevimanus (Günther, 1864)	M	PM, PP	4
Gerres simillimus Regan, 1907**	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 4, 8, 10, 13, 14
Familia Haemulidae			
Anisotremus caesius (Jordan y Gilbert, 1882)	J, C	PM, PP	3, 8, 10, 13
Anisotremus dovii (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13
Anisotremus interruptus (Gill, 1862)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Anisotremus taeniatus Gill, 1861	J	PS, PSC, PM, PP	10
Condon serrifer Jordan y Gilbert, 1882	M	PSC, PM, PP	1, 3
Haemulon flaviguttatum Gill, 1863	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13, 14
Haemulon maculicauda (Gill, 1862)	J, C	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Haemulon scudderii Gill, 1862	J, M	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Haemulon sexfasciatum Gill, 1862	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 14
Haemulon steindachneri (Jordan y Gilbert, 1882)	J, C	AA	3, 8, 10, 13, 14
Haemulopsis axillaris (Steindachner, 1869)	J	PM, PP	2, 3
Haemulopsis elongatus (Steindachner, 1869)	J, M	PM, PP	3, 4, 10, 13
Haemulopsis leuciscus (Günther, 1864)	J, C, M	PSC, PM, PP	1, 3, 4, 8, 10, 13
Haemulopsis nitidus (Steindachner, 1869)	C, M	PSC, PM, PP	4
Microlepidotus brevipinnis (Steindachner, 1869)	J, C	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Microlepidotus inornatus Gill, 1863	J	PSC, PM, PP	2, 10, 3
Orthopristis chalceus (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13
Orthopristis reddingi Jordan y Richardson, 1895	J, M	PSC, PM, PP	1, 13
Pomadasys bayanus (Jordan y Evermann, 1898)	J, M	PSC, PM, PP	4, 3, 13
Pomadasys branickii (Steindachner, 1879)	J, M	PSC, PM, PP	4, 3, 10, 14
Pomadasys macracanthus (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	12
Pomadasys panamensis (Steindachner, 1875)	J, M	PSC, PM, PP	1, 10, 13
Xenichthys xanti Gill, 1863	J, C	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 8, 13
Familia Sparidae			

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Calamus brachysomus (Lockington, 1880)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 8, 10, 13
Familia Polynemidae			
Polydactylus approximans (Lay y Bennett, 1839)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13, 14
Polydactylus opercularis (Gill, 1863)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13, 14
Familia Sciaenidae			
Bairdiella armata Gill, 1863	M	PSC, PM, PP	4
Bairdiella ensifera (Jordan y Gilbert, 1882)	M	PM, PP	4
Bairdiella incistia (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PSC, PM, PP	13
Cynoscion nannus Castro-Aguirre y Arvizu, 1976	J, C, M	PSC, PM	3
Cynoscion reticulatus (Günther, 1864)	J, M	PSC, PM, PP	1, 3, 10, 13, 14
Cynoscion xanthulus Jordan y Gilbert, 1882	J	PSC, PM, PP	10, 13
Cynoscion phoxocephalus Jordan y Gilbert, 1882	M	PM, PP	1
Isopisthus remifer Jordan y Gilbert, 1882	J	PS, PSC, PM, PP	13
Larimus acclivis Jordan y Bristol, 1898	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13
Larimus argenteus (Gill, 1863)	M	PSC, PM, PP	10
Larimus effulgens Gilbert, 1898	M	PSC, PM, PP	10
Larimus pacificus Jordan y Bollman, 1890	J	PSC, PM, PP	13
Menticirrhus elongatus (Günther, 1864)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Menticirrhus nasus (Günther, 1868)	J	PSC, PM, PP	10, 12
Menticirrhus paitensis Hildebrand, 1946	J	PM, PP	13
Menticirrhus panamensis (Steindachner, 1876)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 10, 14
Menticirrhus undulatus (Linnaeus, 1766)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	8
Micropogonias altipinnis (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	3, 14
Micropogonias ectenes (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PS, PSC, PM, PP	3
Micropogonias megalops (Gilbert, 1890)	M	PSC, PM	4
Ophioscion scierus (Jordan y Gilbert, 1884)	J	PSC, PM, PP	2, 3
Ophioscion strabo Gilbert, 1896	J	PSC, PM, PP	2, 3
Pareques viola (Gilbert, 1898)	J	PSC, PM, PP	3, 13
Umbrina bussingi López, 1980	J, M	PM, PP	1, 13
Umbrina dorsalis Gill, 1862	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10
Umbrina roncador Jordan y Gilbert, 1882	J	PSC, PM, PP	10
Umbrina wintersteeni Walker y Radford, 1992	J	PS, PSC, PM	13
Umbrina xanti Gill, 1862	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13
Familia Mullidae			
Mulloidichthys dentatus (Gill, 1862)	J, C	PSC, PM, PP	2, 3, 8, 10, 13, 14
Pseudupeneus grandisquamis (Gill, 1863)	J, M	PSC, PM, PP	1, 3, 13
Familia Chaetodontidae			
Chaetodon humeralis Günther, 1860	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13
Johnrandallia nigrirostris (Gill, 1862)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Familia Pomacanthidae			
Holacanthus passer Valenciennes, 1855	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13
Pomacanthus zonipectus (Gill, 1862)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 13
Familia Kyphosidae			
Kyphosus analogus (Gill, 1863)	J, C	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13
Kyphosus elegans (Peters, 1869)	J, C	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Sectator ocyurus (Jordan y Gilbert, 1882)	J, C, M	CT	3, 8, 10
Familia Cirrhitidae			
Cirrhitichthys oxycephalus (Bleeker, 1855)	J	PSC, PM, PP	13
Cirrhitus rivulatus Valenciennes, 1846	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Familia Pomacentridae			
Abudefduf troschelii (Gill, 1862)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 14
Chromis atrilobata Gill, 1862	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 13
Chromis limbaughi Greenfield y Woods, 1980	J	PSC, PM, PP	13
Microspathodon dorsalis (Gill, 1863)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Stegastes acapulcoensis (Fowler, 1944)	J	PM, PP	13
Stegastes flavilatus (Gill, 1862)	J	PM, PP	3, 13
Stegastes rectifraenum (Gill, 1862)	J	PS, PSC, PM	3, 10, 13
Familia Labridae			

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Bodianus diplotaenia (Gill, 1862)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Halichoeres chierchiae Caporiacco, 1947	J	PSC, PM, PP	3, 13
Halichoeres dispilus (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	3, 13
Halichoeres nicholsi (Jordan y Gilbert, 1882)	J	PSC, PM, PP	10
Halichoeres notospilus (Günther, 1864)	J	PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Thalassoma lucasanum (Gill, 1863)	J	PSC, PM, PP	3, 13
Familia Scaridae			
Nicholsina denticulata (Evermann y Radcliffe, 1917)	J	PS, PSC, PM, PP	3, 14
Scarus ghobban Forsskål, 1775	J	AP	3, 10, 14
Scarus compresus (Osburn y Nichols, 1916)	J	PSC, PM, PP	3, 10, 14
Scarus perrico Jordan y Gilbert, 1882	J, C	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 14
Scarus rubroviolaceus (Bleeker, 1847)	J	AP	3, 14
Familia Uranoscopidae			
Astroscopus zephyreus Gilbert y Starks, 1897	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 10, 14
Familia Dactyloscopidae			
Dactyloscopus amnis Miller y Briggs, 1962	M	PSC, PM, PP	4
Familia Labrisomidae			
Labrisomus striatus Hubbs, 1953	J	PS, PSC, PM	13
Labrisomus xanti Gill, 1860	J	PS, PSC, PM	3
Malacoctenus hubbsi Springer, 1959	J	PS, PSC, PM	3
Familia Blenniidae			
Ophioblennius steindachneri Jordan y Evermann, 1898	J	PSC, PM, PP	3, 13
Familia Gobiesocidae			
Gobiesox mexicanus Briggs y Miller, 1960	J	PM	4
Familia Eleotridae			
Dormitator latifrons (Richardson, 1844)	C, M	PSC, PM, PP	4
Eleotris picta Kner y Steindachner, 1863	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	4
Gobiomorus maculatus (Günther, 1859)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	4, 13
Gobiomorus polylepis Ginsburg, 1953	C	PM	4
Familia Gobiidae			
Awaous tajasica (Lichtenstein, 1822)	J, M	AA	4
Barbulifer mexicanus Hoese y Larson, 1985	M	PSC, PM	4
Bathygobius ramosus Ginsburg, 1947	J, M	PS, PSC, PM, PP	4, 13
Bollmania chlamydes Jordan, 1890	M	PSC, PM, PP	1
Evorthodus minutus Meek y Hildebrand, 1928	C	PSC, PM, PP	4
Gobionellus microdon (Gilbert, 1891)	M	PS, PSC, PM, PP	4
Microgobius miraflorensis Gilbert y Starks, 1904	M	PSC, PM, PP	4
Microgobius tabogensis Meek y Hildebrand, 1928	M	PS, PSC, PM, PP	4
Sicydium multipunctatum Regan, 1905	J, C, M	PM, PP	4
Familia Microdesmidae			
Microdesmus dipus Günther, 1864	J	PSC, PM, PP	4
Microdesmus suttkusi Gilbert, 1966	J	PM, PP	4
Familia Ephippidae			
Chaetodipterus zonatus (Girard, 1858)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13, 14
Parapsettus panamensis Steindachner, 1875	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Familia Acanthuridae			
Acanthurus xanthopterus Valenciennes, 1835	J, C	AP	3, 4, 8, 10, 13
Prionurus punctatus Gill, 1862	J, C	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Familia Sphyraenidae			
Sphyraena ensis Jordan y Gilbert, 1882	J, C, M	PSC, PM, PP	3, 8, 10, 13, 14
Familia Trichiuridae			
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758	J	CT	13
Familia Scombridae			
Acanthocybium solandri (Cuvier, 1832)	J	CT	10
Auxis rochei (Risso, 1810)	J	CT	3, 10
Auxis thazard (Lacepède 1800)	J, C	CT	8, 10, 13
Euthynnus lineatus Kishinouye, 1920	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	3, 8, 10,13, 14
Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1775)	J, C	CT	3, 8, 14

Taxa	*Localidad*	*Distribución*	*Referencia*
Sarda orientalis (Temminck y Schlegel, 1844)	J, C	AP	3, 8, 10, 13
Scomber japonicus Houttuyn, 1782	J	CT	3
Scomberomorus sierra Jordan y Starks, 1895	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 3, 8, 10, 13, 14
Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788)	J	CT	13
Thunnus alalunga (Bonnaterre, 1788)	J, C, M	CT	8
Familia Istiophoridae			
Istiophorus platypterus (Shaw y Nodder, 1792)	J	CT	13
Makaira indica (Cuvier, 1832)	J	CT	13
Makaira mazara (Jordan y Zinder, 1901)	J	CT	13
Familia Stromateidae			
Peprilus medius (Peters, 1869)	J	PSC, PM, PP	10, 13
Peprilus snyderi Gilbert y Starks, 1904	J	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13
CC) Orden Pleuronectiformes			
Familia Bothidae			
Bothus constellatus (Jordan, 1889)	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Bothus leopardinus (Günther, 1862)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 10
Engyrophrys sanctilaurenti Jordan y Bollman, 1890	M	PSC, PM, PP	1
Monolene asaedai Clark, 1936	J	PM, PP	3
Familia Paralichthyidae			
Ancylopsetta dendritica Gilbert, 1890	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Citharichthys gilberti Jenkins y Evermann, 1889	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 10, 13
Cyclopsetta panamensis (Steindachner, 1875)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 10, 13
Cyclopsetta querna Jordan y Bollman, 1890	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13, 14
Etropus crossotus Jordan y Gilbert, 1882	J, M	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 4, 13
Etropus peruvianus Hildebrand,1946	J, M	PSC, PM, PP	4
Hippoglossina stomata Eigenmann y Eigenmann, 1890	J	PS, PSC, PM	10
Paralichthys woolmani Jordan y Williams, 1897	C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 10, 13
Syacium latifrons Jordan y Gilbert, 1882	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13
Syacium ovale (Günther, 1864)	J, M	PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 10, 13
Familia Achiridae			
Achirus mazatlanus (Steindachner, 1869)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 4, 10, 13
Achirus scutum (Günther, 1862)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 10, 13
Trinectes fonsecensis (Günther, 1862)	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	2, 4, 10, 13
Familia Cynoglossidae			
Symphurus atramentatus Jordan y Bollman, 1890	J	PSC, PM, PP	13
Symphurus atricaudus (Jordan y Gilbert, 1880)	M	PS, PSC	1
Symphurus callopterus Munroe y Mahadeva, 1989	J	PM	2, 3
Symphurus elongatus (Günther, 1868)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 13
Symphurus fasciolaris Gilbert, 1892	J	PSC, PM, PP	2, 3
DD) Orden Tetraodontiformes			
Familia Balistidae			
Balistes polylepis Steindachner, 1876	J, C, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 8, 10, 13, 14
Canthidermis maculatus (Bloch, 1786)	J	CT	13
Pseudobalistes naufragium (Jordan y Starks, 1895)	J	PS, PSC, PM, PP	2, 3, 10, 13
Sufflamen verres (Gilbert y Starks, 1904)	J, C	PS, PSC, PM, PP	3, 10, 13, 14
Familia Monacanthidae			
Aluterus monoceros (Linnaeus, 1758)	J, C	CT	2, 3, 8, 10, 13
Aluterus scriptus (Osbeck 1765)	J, M	CT	1, 2, 3
Familia Ostraciidae			
Ostracion meleagris Shaw, 1796	J	AP	13
Familia Tetraodontidae			
Arothron meleagris (Bloch y Schneider, 1801)	J	CT	2, 3, 13
Canthigaster punctatissima (Günther, 1870)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Lagocephalus lagocephalus (Linnaeus, 1758)	J	CT	3, 13
Sphoeroides annulatus (Jenyns, 1842)	J, M	PS, PSC, PM, PP	1, 2, 3, 4, 10, 13
Sphoeroides angusticeps (Jenyns, 1843)	M	PS, PSC, PM, PP	1
Sphoeroides lobatus (Steindachner, 1870)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Sphoeroides sechurae Hildebrand, 1946	J	PSC, PM, PP	3
Familia Diodontidae			
Chilomycterus reticulatus (Linnaeus, 1758)	J	PSC, PM, PP	2, 3, 13
Diodon holocanthus Linnaeus, 1758	J	CT	2, 10, 3
Diodon hystrix Linnaeus, 1758	J, M	CT	1, 2, 3, 13

* Válido como *Caranx caballus* Günther 1868. Nota del editor.

** Sinónimo de *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792). Nota del editor.

Tabla 2
Número y proporción de familias, géneros y especies, representativos de la ictiofauna costera del Pacífico central mexicano

Estados	*Familias*	*Géneros*	*Especies*
Colima	10 (10.8%)	18 (8.9%)	21 (6.2%)
Jalisco	86 (93.4%)	183 (91%)	293 (87.2%)
Michoacán	54 (58.7%)	97 (48.2%)	153 (45.5%)

Estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México (1996)

Carlos Solís Gil[*]
Ma. del Carmen Jiménez Quiroz[**]

Resumen

La estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas se analizó en los meses fríos-secos (febrero-mayo) y cálidos-lluviosos (agosto-noviembre) de 1996. Las especies se identificaron y cuantificaron por observación directa en Los Arcos, Majahuita e Islas Marietas. Se determinaron la riqueza de especies, la diversidad y la equidad de la comunidad en las tres localidades, así como la densidad de los organismos. Estos indicadores se compararon con el porcentaje de similitud (PS) y el coeficiente de similitud de comunidades de Sorensen (CCS). Se observaron 4 930 peces en una superficie de 3 300 m^2, pertenecientes a 71 especies y 29 familias. Las familias Labridae y Pomacentridae representaron 33.8% y 33.4% de la abundancia total, respectivamente. Las especies más abundantes fueron el lábrido arcoiris *Thalassoma lucasanum* (19.13%), la damisela castañeta *Chromis atrilobata* (13.72%), la damisela azul de Cortés *Stegastes rectifraenum* (8.36%) y el pez señorita *Halichoeres dispilus* (6.2%). Las comunidades de peces de arrecife presentaron valores altos en el índice de diversidad (equidad). Los índices de similitud indicaron que la estructura de la comunidad no mostró diferencias significativas entre las temporadas climáticas, aunque las localidades presentaron ligeras variaciones en la abundancia de cada una de las especies entre las temporadas consideradas.

Palabras clave: Índices de diversidad, peces de arrecife, Bahía de Banderas.

Introducción

El arrecife es una estructura consolidada que proporciona una superficie de fijación y propicia el desarrollo de la vida marina. Los peces de arrecife son aquellos que en el transcurso de su ciclo de vida están ligados a ese sustrato para cubrir sus necesidades de protección, alimentación, reproducción y crianza.

Bahía de Banderas es uno de los principales centros turísticos de México y los arrecifes son uno de sus atractivos, tanto por su belleza visual como por sus peces de valor comercial (Solís-Gil y Pérez, 1995), algunos de los cuales son utilizados para consumo humano, como los pargos (Lutjanidae), las cabrillas (Serranidae), los cirujanos (Acanthuridae), los loros (Scaridae), las botas (Balistidae) y las burritas (Haemulidae); mientras que otros se emplean para el ornato, como los peces ángel (Pomacanthidae), mariposa (Chaetodonthidae), cirujanos (Acanthuridae), lábridos (Labridae) y damiselas (Pomacentridae). En estudios previos realizados en cinco zonas de Bahía de Banderas (Solís-Gil, 1996) se identificaron 78 especies de peces perteneciente a 36 familias, con una densidad promedio de 1.72 organismos por metro cuadrado de superficie rocosa. Las especies más abundantes fueron el lábrido *Thalassoma lucasanum* (27.5%), las damiselas *Chromis atrilobata* (13.2%) y *Abudefduf troschellii* (8.63%). Dentro de la bahía las zonas más importantes, por su diversidad y abundancia, son Majahuita, Islas Marietas y los Arcos.

El 28 de julio de 1975 se expidió el Acuerdo que designa la localidad de Los Arcos como Zona de Refugio para la Protección de la Flora y Fauna Marinas, y el 25 de abril de 2005 las Islas Marietas fueron declaradas Área Natural Protegida con categoría de parque nacional (DOF, 2005). Los planes de manejo de estas áreas señalan las normas, estrategias y acciones para su conservación; no obstante, es necesario realizar un inventario de las especies que lo conforman y evaluar sistemáticamente los cambios en su abundan-

* Instituto Tecnológico del Mar 6, de Bahía de Banderas. Domicilio conocido, La Cruz de Huanacaxtle, Nay. Correo electrónico: solisgilitmar@yahoo.com
** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca-SAGARPA. Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Col. C.P. 28200

cia y las interacciones que ocurren entre ellas (Rodríguez-Romero, 2002).

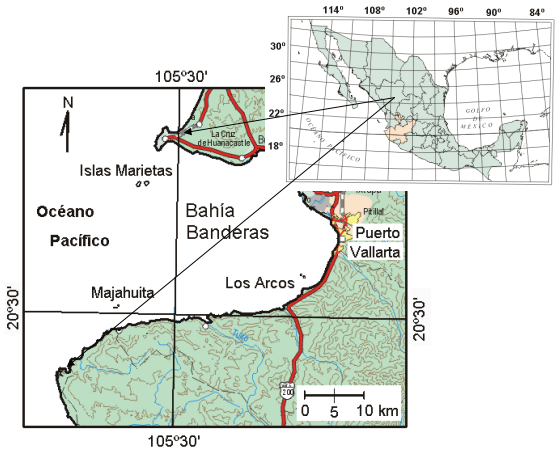
Este estudio se realizó en 1996 con el propósito de analizar los cambios estructurales de la comunidad íctica de arrecife durante un ciclo anual, en tres localidades relevantes de Bahía de Banderas. Las observaciones consideraron las dos temporadas climáticas que existen en la región: la de secas que incluye los meses más fríos del año, y la de lluvia, que es la más cálida.

Métodos y materiales.

Área de estudio

Bahía de Banderas se localiza en el Pacífico mexicano, entre los estados de Jalisco y Nayarit (20°28'-20°46' N; 105°15'-105°40' O) (Fig. 1). Se seleccionaron tres zonas para su estudio, por su atractivo turístico y la relevancia de sus arrecifes: Los Arcos, Majahuita e Islas Marietas.

Figura 1
Ubicación del área de estudio



Fuente: INEGI, 2000.

Los Arcos es la localidad más visitada (20°32'44" N, 105°17'26" O) por su cercanía a la popular playa de Mismaloya. Majahuita (20°30'30" N, 105°23'48" O), ubicada al sur de la bahía, permite a los visitantes disfrutar de un amplio panorama submarino y de una fauna muy diversa. Las Islas Marietas, con dos islas principales, proporcionan al visitante gran número de atractivos por la extensión y la diversidad de ambientes marinos. Allí se estudió la zona denominada La Cueva del Muerto (20°42'02" N, 105°34'49" O), que en el resto del texto será referida como islas Marietas.

El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una oscilación térmica anual variable entre 5 y 7 °C. El tipo climático es Aw2(w)(i')w", según el Sistema de Köppen, modificado por García (1973). La temperatura media anual es de 25.7 °C, los meses más cálidos se presentan entre junio y septiembre (28.1 °C) y el más frío es febrero (22.2 °C). La precipitación promedio mensual es de 133.25 mm y la anual promedio de 1599.0 mm. Los cambios climáticos más relevantes en la región están asociados con los periodos de lluvias y estiaje. Por otro lado, la temperatura superficial marina en 1995 varió entre 20 y 32.5 °C (Solís-Gil y Pérez, 1995).

Métodos

Los censos se realizaron mediante buceo autónomo; el área mínima de muestreo fue de 100 m^2 (25 x 4 m) y se determinó según el procedimiento de áreas anidadas contra número de especies acumuladas (Brower y Zar, 1979). Las líneas se trazaron con un cabo de nylon de 25 m lastrado con plomo, y los muestreos se llevaron a cabo en un área de dos metros a cada lado del cabo. Cada sección fue evaluada simultáneamente por dos buzos, quienes anotaban sus observaciones en tablillas de acrílico especiales para escritura submarina. Un aspecto determinante en el muestreo fue la habilidad de los buzos para identificar *in situ* a las especies, y describir las desconocidas para su posterior identificación, aunque también se capturaron algunos especímenes con este propósito.

Todas las identificaciones se apoyaron en claves ilustradas (Gotshall, 1987; Thomson *et al*, 1979). Durante el recorrido de cada transecto se registró el tiempo total empleado, lo que hizo posible relacionar el tiempo de muestreo con la superficie de estudio, si bien este método está sujeto a discusión (Madrid-Vera,[1] com. pers.), en general no modifica los resultados del trabajo, ya que para calcular los índices se utilizan las abundancias relativas, pero es recomendable tomar con reserva los datos sobre la densidad de los organismos.

Las observaciones se realizaron entre las 9 am y las 2:30 pm, para evitar los cambios que se presentan en la estructura de estas comunidades durante el crepúsculo (Hobson, 1968; Helfman, 1986; Ebeling y Hixon tomado de Pérez-España *et al.*, 1996). La salinidad y la temperatura superficial del agua se registraron mensualmente con un refractómetro ocular y un termómetro sumergible con graduación de un grado. Los datos obtenidos en el campo se organiza-

1. Dr. Juan Madrid-Vera. Investigador del CRIP-Mazatlán, INP-SAGARPA.

ron por temporada climática: la temporada fría-seca comprende de febrero a mayo y la cálida-lluviosa de agosto a noviembre. Para cada localidad se cuantificó el número de especies (s) observadas por muestreo, temporada y por año. La densidad de organismos se obtuvo al dividir el número total (N) de individuos entre la superficie total muestreada. La abundancia relativa fue el resultado del cociente del número de organismos de cada especie (n_i), entre el total de individuos (N), multiplicado por cien.

Para el análisis de diversidad se utilizó el índice de la equidad o diversidad relativa, que se calcula a partir del índice de diversidad de Simpson (Ds):

Ec. 1 $d = 1 - \lambda$

Donde: $\lambda = \Sigma [(n_i (n_i\text{-}1)) (N (N\text{-}1))^{-1}]$; $N>1$; $N = \Sigma n_i$ (Margalef, 1980).

El valor máximo posible (dmax) del Índice de Simpson se estima con la función:

Ec. 2 $dmax = [(s\text{-}1) s^{-1}]\cdot[N(N\text{-}1)^{-1}]$

A partir del d y dmax se estimó la equidad (E) de la comunidad:

Ec. 3 $E = d\cdot dmax^{-1}$

Los valores de E varían entre 0 y 1.

Se analizó la similitud de las comunidades de las áreas estudiadas y de cada zona, comparando las temporadas de secas y de lluvias, para lo cual se determinaron el coeficiente de comunidad de Sorensen (CCS) y el porcentaje de similitud (PS).

Ec. 4 $CS = 2C (s_1+s_2)^{-1}$

Donde: s_1 = número de especies de la comunidad 1; s_2 = número de especies de la comunidad 2; c = especies comunes.

Este índice varía de 0 a 1, y para hacerlo comparable con el de PS se multiplicó por 100 y se le llamó CCS_{100}. Puesto que CCS no distingue diferencias estructurales cuantitativas entre las comunidades, también se utilizó el porcentaje de similitud (PS) que compara la abundancia relativa de las especies entre las comunidades y suma los porcentajes inferiores de cada par de datos.

Ec. 5 PS = Σ[valor inferior de la abundancia relativa de cada especie en ambas comunidades]

Estos índices varían entre cero, cuando no poseen especies en común, y 100, cuando las mismas especies están en igual proporción en las dos comunidades. En este trabajo se consideró que la similitud fue alta cuando el índice fue mayor a 70; mediana, cuando varió entre 70 y 40; y pobre, cuando fue menor a 40.

Las comparaciones de los índices obtenidos en las localidades entre temporadas climáticas se realizaron con pruebas de *t-Student* para muestras independientes ($\alpha = 0.05$), mientras que las comparaciones entre las tres localidades para cada estación se realizaron con un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía y cuando los resultados fueron significativos se realizó la prueba *a posteriori* de diferencia significativa honesta de Tukey.

Resultados

En el periodo de estudio se observaron 4 930 organismos, sobre una superficie de 3 300 m^2, pertenecientes a 29 familias y 71 especies de peces (Tablas 1 y 2). Las familias Labridae y Pomacentridae fueron las más abundantes durante el año, ya que representaron entre 33.8% y 33.4%, respectivamente.

Las especies más numerosas fueron el lábrido arcoiris *Thalassoma lucasanum* y la damisela castañeta *Chromis atrilobata*, con 19.13% y 13.72%, respectivamente (Fig. 2). *T. lucasanum* fue el más abundante en las tres zonas de muestreo, excepto durante la temporada fría-seca en las Islas Marietas, donde *C. atrilobata* fue la más común. Sin embargo, a pesar de las variaciones observadas en la abundancia relativa de las especies mostradas en la *figura 2*, los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a los datos acumulados de 12 especies indican que no existieron diferencias significativas entre las temporadas climáticas (Tabla 3).

En la temporada cálida-lluviosa se observaron 66 de las 71 especies registradas durante el año (Tabla 2); en contraste, en la época fría-seca se identificaron 58 especies. A pesar de esas diferencias, los resultados del análisis estadístico de la riqueza entre las temporadas pero dentro de la misma localidad, sólo fueron significativos (Tabla 3) en Majahuita, donde fue mayor durante la cálida ($p<0.05$).

La densidad (d) de organismos en las dos temporadas climáticas varió entre 0.91 y 1.99 $org\cdot m^{-2}$ (Tabla 2); los cambios dentro de cada localidad no fueron significativos, mientras que entre éstas, sólo fueron conspicuos entre Majahuita y Los Arcos durante la temporada fría (Tabla 4), posiblemente por las características del sustrato de cada zona; en Majahuita la pendiente es mayor y el sustrato es más irregular, lo que incrementa la posibilidad de que haya mayor nú-

Tabla 1
Abundancia relativa de peces de arrecife por localidad, temporada y año, Bahía de Banderas, Méx. Temporada 1996

			Los Arcos			Islas Marietas			Majahuita			Acumulado		
	Familia-Especie	Nombre común	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año
	POMACANTHIDAE													
1	*Pomacanthus zonipectus*	Ángel de Cortéz	1.13	0.13	0.45	0.00	0.00	0	0.14	0.07	0.09	0.30	0.06	0.14
2	*Holacanthus passer*	Ángel real	1.13	2.69	2.16	1.39	2.30	2.01	3.01	3.45	3.30	2.03	2.82	2.56
	CONGRIDAE													
3	*Taeniconger digueti*	Anguila jardín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	3.15	4.53	4.05	1.38	1.63	1.54
	BALISTIDAE													
4	*Alutera scripta*	Bota pinta (calcetín)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
5	*Balistes polyepis*	Bota café	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.27	0.00	0.09	0.12	0.00	0.04
6	*Melichthys Níger*	Bota azul	0.00	0.13	0.09	0.00	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04
7	*Pseudobalistes naufragium*	Bota blanca o rayada	0.56	0.00	0.18	0.35	0.08	0.17	0.14	0.00	0.05	0.30	0.03	0.12
8	*Sufflamen verres*	Bota naranja	0.28	0.40	0.36	0.52	0.25	0.34	0.27	0.29	0.28	0.36	0.31	0.32
	TETRAODONTIDAE													
9	*Arothron meleagris*	Botete negro	1.13	0.40	0.63	0.52	0.41	0.45	0.27	0.07	0.14	0.54	0.28	0.37
10	*Canthigaster punctatissima*	Botete bonito	1.13	2.02	1.71	1.39	1.07	1.17	0.68	1.94	1.51	1.02	1.50	1.34
11	*Sphoeroides annulatus*	Botete diana	0.28	0.00	0.09	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02
	HAEMULIDAE													
12	*Haemulon flaviguttatum*	Burro de Cortéz	3.66	2.15	2.61	2.79	0.00	0.89	0.00	0.14	0.09	1.73	0.55	0.95
	ACANTHURIDAE													
13	*Acanthurus glaucopareius*	Cirujano anillo dorado	0.28	0.13	0.18	0.00	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06
14	*Ctenochaetus cyanoguttatus*	Cirujano bronceado	2.54	1.34	1.71	0.00	0.00	0	0.00	0.07	0.05	0.54	0.34	0.41
15	*Prionurus puctatus*	Cirujano cola amarilla	5.07	4.84	4.86	0.00	0.90	0.61	0.14	0.43	0.33	1.14	1.57	1.42
16	*Zanclus cornutus*	Cirujano idolo moro	0.00	0.27	0.18	0.52	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.18	0.06	0.10
	POMACENTRIDAE													
17	*Abudefduf troschelii*	Damisela sgto. mayor	6.20	9.14	8.11	0.70	2.30	1.79	6.02	1.51	3.06	4.19	3.56	3.77
18	*Chromis atrilobata*	Damisela castañeta	5.92	3.23	4.05	21.78	14.63	16.9	17.51	11.58	13.63	16.39	11.05	13.72
19	*Chromis limbaughi*	Cromis azul-amarillo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	2.74	6.47	5.19	1.20	2.61	2.13
20	*Eupomacentrus acapulcoensis*	Damisela acapulco	3.10	3.63	3.42	1.57	0.90	1.12	2.46	2.01	2.17	2.27	1.96	2.07
21	*Microspathodon dorsalis*	Damisela dominó	2.54	1.48	1.80	1.39	1.23	1.28	1.92	0.36	0.90	1.85	0.92	1.24
22	*Stegastes flavilatus*	Damisela bicolor	0.85	2.15	1.71	3.48	3.86	3.74	1.50	1.94	1.79	2.03	2.67	2.45
23	*Stegastes rectifraenum*	Damisela azul de cortéz	8.17	4.44	5.59	10.98	17.26	15.2	4.51	4.68	4.62	7.48	9.24	8.64
	GOBIIDAE													
24	*Coryphopterus urospilus*	Góbido semáforo	0.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04
	SCIANIDAE													
25	*Pareques viola*	Gungo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.14	0.14	0.14	0.06	0.03	0.04
	LABRIDAE													
26	*Bodianus diplotaenia*	Lábrido vieja	3.10	2.55	2.70	1.22	0.74	0.89	6.02	4.24	4.86	3.71	2.64	3.00
27	*Halichoeres chierchiae*	Lábrido. srita. herida	0.56	0.13	0.27	2.26	2.30	2.29	0.96	0.36	0.57	1.32	1.04	1.14
28	*Halichoeres dispilus*	Lábrido. srita. camaleón	8.73	5.91	6.76	4.36	7.40	6.42	7.66	3.96	5.23	6.70	5.71	6.04
29	*Halichoeres nicholsi*	Lábrido soltera	1.69	0.54	0.90	2.44	1.64	1.90	1.37	1.15	1.23	1.79	1.20	1.40
30	*Pseudojulis notospilus*	Srita. de cintas	1.13	1.34	1.26	1.74	0.08	0.61	0.41	0.00	0.14	1.02	0.34	0.57
31	*Thalassoma lucasanum*	Arcoiris	17.18	29.17	25.05	15.16	22.02	19.8	18.88	15.32	16.55	17.17	21.09	19.76
	T. lucasanum (supermacho)	Arcoiris supermacho	0.28	0.27	0.27	0.87	1.73	1.45	0.00	0.00	0.00	0.36	0.71	0.59
32	*Thalassoma lutescens*	Lábrido. cola de lira	0.00	0.13	0.09	0.00	0.08	0.06	0.27	0.00	0.09	0.12	0.06	0.08
	SCARIDAE													
33	*Scarus compressus*	Lora verde	0.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0	0.00	0.07	0.05	0.00	0.09	0.06
34	*Scarus gobban*	Lora azul (barba azul)	1.13	0.13	0.45	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.24	0.03	0.10
35	*Scarus perrico*	Lora cabezona	0.56	0.54	0.54	0.00	0.00	0	0.00	0.14	0.09	0.12	0.18	0.16
36	*Scarus rubroviolaceus*	Lora roja (bicolor)	0.00	0.13	0.09	0.00	0.33	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.10
	MOBULIDAE													
37	*Manta Hamilton*	Mantarraya	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.11	0.00	0.07	0.05	0.00	0.09	0.06
	CHAETODONTIDAE													
38	*Chaetodon humeralis*	Mariposa tres bandas	1.41	2.82	2.34	0.52	0.74	0.67	1.64	1.22	1.37	1.20	1.29	1.26
39	*Forcipiger flavissimus*	Mariposa. narizona	0.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.09	0.06
40	*Jonhnrandallia nigrirostris*	Mariposa barbero	0.00	1.08	1.53	0.17	0.00	0.06	0.41	0.79	0.66	0.78	0.49	0.59
	OPHICHTHIDAE													
41	*Myrichthys maculosus*	Morena moteada	0.00	0.00	0.00	0.17	0.08	0.11	0.00	0.14	0.09	0.06	0.09	0.08
	MURAENIDAE													
42	*Echidna zebra*	Morena cebra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.19	0.00	0.06	0.04
43	*Gymnothorax castaneus*	Morena verde	0.00	0.13	0.09	0.00	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04

			Los Arcos			Islas Marietas			Majahuita			Acumulado		
	Familia-Especie	Nombre común	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año	TFS	TCLL	Año
44	*Muraena lentiginosa*	Morena pinta	0.28	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.14	0.36	0.28	0.12	0.15	0.14
45	*Urpterygius tigrinus*	Morena tigre	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02
	LUTJANIDAE													
46	*Hoplopagrus guntheri*	Pargo coconaco	0.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04
47	*Lutjanus argentiventris*	Pargo amarillo	3.10	1.08	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.24	0.66	0.40	0.49
48	*Lutjanus viridis*	Pargo rayado	0.00	0.13	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
	HOLOCENTRIDAE													
49	*Myripristis leiognathos*	Pez ardilla (soldado)	1.13	2.15	1.80	0.00	0.00	0.00	1.09	1.37	1.27	0.72	0.95	0.87
50	*Sargocentron suborbitalis*	Pez ardilla (candil)	1.97	2.82	2.52	0.00	0.00	0.00	0.27	2.23	1.56	0.54	1.57	1.22
	OSTRACIIDAE													
51	*Ostracion meleagris*	Pez caja	0.56	0.40	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.09	0.10
	APOGONIDAE													
52	*Apogon retrosella*	Pez cardenal moteado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.68	3.06	0.00	2.00	1.32
53	*Apogon pacificus*	Pez cardenal rosa	0.00	0.00	0.00	5.92	0.58	2.29	6.57	16.04	12.78	4.90	7.00	6.29
	FISTULARIIDAE													
54	*Fistularia commersonii*	Pez corneta	0.28	0.67	0.54	0.00	0.25	0.17	0.41	0.00	0.14	0.24	0.25	0.24
	DIODONTIDAE													
55	*Diodon holocanthus*	Pez erizo	0.00	0.40	0.45	0.17	0.25	0.22	0.27	0.07	0.14	0.30	0.21	0.24
56	*Diodon hystrix*	Pez erizo pinto	1.13	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.19	0.48	0.00	0.16
	CIRRHITIDAE													
57	*Cirrhitichthys oxycephalus*	Pez halcón de coral	0.56	0.40	0.45	2.79	1.97	2.23	0.68	0.94	0.85	1.38	1.20	1.26
58	*Cirrhitus rivulatus*	Pez halcón (chino mero)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.03	0.02
	TRIPTERYGIIDAE													
59	Blénido de tres aletas	Pez lagartija	0.00	0.40	0.27	0.17	0.08	0.11	0.00	0.14	0.09	0.06	0.18	0.14
	SCORPAENIDAE													
60	*Scorpaena mystes*	Pez piedra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.14	0.06	0.06	0.06
	AULOSTOMIDAE													
61	*Aulostomus chinensis*	Pez trompeta	1.13	0.00	0.36	0.17	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.10
	CARANGIDAE													
62	*Trachinotus rhodopus*	Pompano (palmilla)	0.28	0.54	0.45	0.00	0.16	0.11	0.00	0.00	0.00	0.06	0.18	0.14
	MULLIDAE													
63	*Mulloidichthys dentatus*	Salmonete (chivo)	3.10	1.61	2.07	5.92	8.22	7.48	1.37	0.50	0.80	3.29	3.62	3.51
	SERRANIDAE													
64	*Paranthias colonus*	Serránido (rabirrubia)	0.85	0.40	0.54	0.52	0.74	0.67	0.41	0.14	0.24	0.54	0.43	0.47
65	*Epinephelus analogus*	Serránido (cabrilla pinta)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.11	0.14	0.00	0.05	0.06	0.06	0.06
66	*Epinephelus labriformis*	Serránido (cabrilla)	1.13	1.61	1.44	1.05	1.40	1.28	1.50	1.37	1.41	1.26	1.38	1.34
67	*Epinephelus panamensis*	Serránido (enjambre)	0.00	0.54	0.36	0.17	0.16	0.17	0.68	1.51	1.23	0.36	0.71	0.59
68	*Alphestes afer*	Serránido (guaseta)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.79	0.57	0.06	0.25	0.18
69	*Serranus fasciatus*	Serrano	3.38	1.34	1.98	1.57	0.82	1.06	0.14	0.43	0.33	1.32	0.77	0.95
	BLENNIIDAE													
70	*Plagiotremus azaleas*	Blénido diente de sable	0.00	0.40	0.27	2.79	0.90	1.51	2.19	1.01	1.41	1.91	0.83	1.20
71	*Ophioblennius steindachneri*	Trombollito negro	1.41	0.54	0.81	2.26	1.48	1.73	0.82	0.29	0.47	1.44	0.77	0.99
	TOTAL %N	_	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TFS = Temporada fría-seca, TCLL = Temporada cálida-lluviosa.

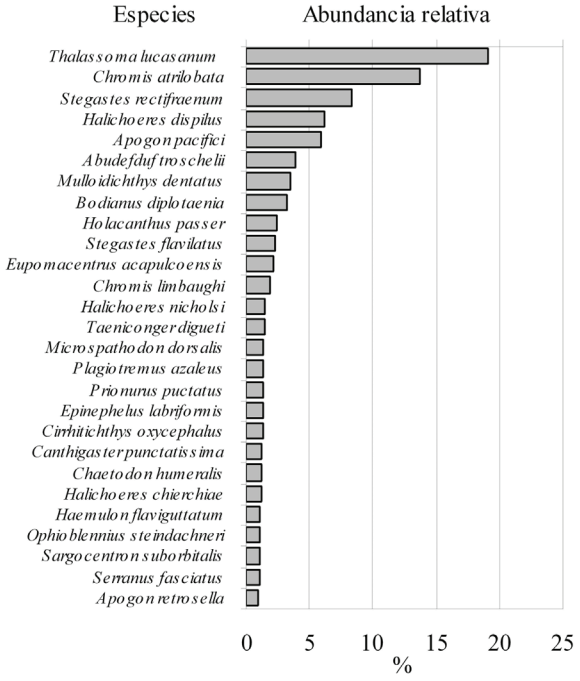
Tabla 2

Valores de riqueza de especies (s), densidad (d=org m^{-2}), equidad (E) y similitud (PS y CCS) de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas (1996)

Localidad	*TFS*			*TCLL*			*Año*					
	s	*d*	*E*	*s*	*d*	*E*	*s*	*d*	*E*	*PS*	*CCS*	CCS_{100}
Los Arcos	41	0.91	0.962	51	1.06	0.908	56	1.01	0.928	70.3	0.783	78.3
I. Marietas	35	1.44	0.928	41	1.52	0.905	46	1.48	0.913	74.6	0.789	78.9
Majahuita	44	1.83	0.930	49	1.99	0.938	56	1.93	0.937	71.7	0.796	79.6
Acumulado	58	1.39	0.938	66	1.55	0.932	71	1.49	0.934	82.3	0.855	85.5

TFS: Temporada Fría–Seca, TCLL: Temporada Cálida-Lluviosa. Año: todo el periodo de estudio.

Figura 2
Abundancia relativa de las especies de peces de arrecife mejor representados en Bahía de Banderas (1996)



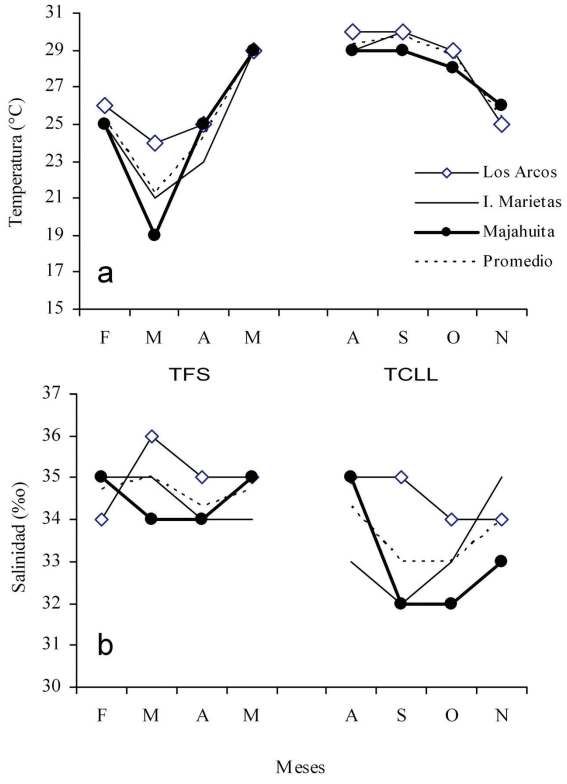
mero de nichos, lo que a su vez favorece la riqueza y la abundancia de los organismos.

La equidad (E) es un índice relativo, que se calcula a partir del Índice de Simpson y tiene la ventaja de que varía entre 0 y 1 (Brower y Zar, 1979). La equidad obtenida en las localidades y las temporadas climáticas fue cercana a la unidad (Tabla 2), lo que significa que la comunidad de peces fue altamente diversa. El índice fluctúo entre 0.90 en las Islas Marietas durante la temporada cálida-lluviosa, y 0.96 en Los Arcos durante la fría-seca. Los datos acumulados proporcionaron una equidad de 0.94 para la temporada fría-seca y de 0.93 para la cálida-lluviosa. El análisis de *t-Student* entre épocas mostró diferencias únicamente en Los Arcos (Tabla 3), mientras que la comparación entre localidades con el ANDEVA indicó que hubo diferencias significativas de la equidad entre Los Arcos y las Islas Marietas durante el periodo frío-seco.

El porcentaje de similitud (PS) fue mayor a 70 y el coeficiente de Sorensen (CCS) superior a 0.7, y multiplicado por 100 mayor a 70 (Tabla 2); así por ejemplo, el CCs_{100}, señala que la mayor similitud se presentó en Majahuita, con 79.6, mientras que el PS en Islas Marietas fue de 74.6.

La temperatura promedio del agua fue mayor de agosto a noviembre (28.3 °C) y menor de febrero a mayo (25 °C) (Fig. 3a). La temperatura se incrementó gradualmente desde junio hasta septiembre (promedio = 29.7 °C); en Majahuita se registraron los valores más bajos, probablemente porque la pendiente del fondo es muy abrupta y esto permite la advección de masas de agua de las áreas más profundas. La salinidad fue menor durante la temporada cálida-lluviosa en todas las localidades; la mínima se observó en Majahuita (promedio = 33‰) y la más alta en Los Arcos (35‰) durante la temporada fría-seca (Fig. 3b). La salinidad promedio disminuyó durante la temporada de lluvia en poco más de una unidad (de 34.7 a 33.6‰).

Figura 3
Temperatura (a) y salinidad (b) registradas en tres localidades de Bahía de Banderas. TFS: Temporada frío-seca; TCLL: Temporada cálido-lluviosa



Discusión

Las especies más comunes (*Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata*) en Bahía Banderas están reportadas entre las cinco más abundantes en arrecifes rocosos de la bahía de La Paz, BCS (Pérez-España *et al.*, 1996), con características fisiográficas similares. En las dos regiones, aunque en diferentes proporciones, las dos familias con mayor número de representantes fueron la Pomacentridae y Labridae. Por otro lado, la

riqueza específica fue similar a la de La Paz y Colima, aunque significativamente menor a la de arrecifes más complejos, como Cabo Pulmo (Tabla 5).

Las diferencias detectadas en la densidad de organismos entre las zonas de estudio probablemente fueron producto de las variaciones en la textura del sustrato, ya que sus irregularidades incrementan la superficie disponible para los organismos y favorece la diversidad. Por otra parte, puesto que la similitud de la estructura de la comunidad en las dos temporadas climáticas fue elevada, es posible suponer que las variaciones ambientales no modificaron significativamente la estructura de las comunidades de peces de arrecife.

Las variaciones de temperatura, además de responder a cambios estacionales, también están relacionadas con las características batimétricas de las localidades, puesto que en Bahía de Banderas inicia un cañón cuya profundidad máxima es de aproximadamente 2 000 m, por lo cual su plataforma continental es estrecha e inclinada (Cupul-Magaña *et al.*, 2000). A esto hay que agregar que los vientos generan un afloramiento de agua subsuperficial en la bahía (Carriquiri y Reyes Bonilla, citado en Cupul-Magaña *et al.,* 2000). Los cambios drásticos de temperatura en mayo y noviembre sugieren que, de modificarse la comunidad por las variaciones ambientales, ésta ocurriría en los bimestres mayo-junio y noviembre-diciembre, por lo que sería conveniente modificar los periodos de muestreo a los intervalos enero-abril y julio-octubre.

Conclusiones

En 1996, en tres localidades de Bahía Banderas, la comunidad de peces de arrecife estuvo compuesta por 71 especies pertenecientes a 29 familias. Las especies más abundantes durante el periodo de estudio fueron el lábrido arcoiris *Thalassoma lucasanum (*19.13%) y la damisela castañeta *Chromis atrilobata (*13.72%). En las tres zonas, el lábrido *T. lucasanum* fue el más abundante, excepto en la temporada fría-seca en Islas Marietas, donde *C. atrilobata* fue más numerosa.

La comunidad de las tres localidades presentó altas diversidad y equidad. Los índices de similitud no mostraron variaciones significativas entre las temporadas climáticas, aunque hubo pequeños cambios en la abundancia de cada una de las especies entre las temporadas consideradas.

Referencias bibliográficas

Brower, J.E. y J.H. Zar. 1979. *Field and laboratory methods for general Ecology*. Brown. Iowa. 194p.

Cupul-Magaña, A., O Aranda, P. Medina y V. Vicaíno. 2000. *Comunidades coralinas de las Islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. UdeG, Centro Universitario de la Costa. Investigación 2(1): 15-22.

dof. 2005. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque nacional, la región conocida como Islas Marietas, de jurisdicción federal, incluyendo la zona marina que la circunda, localizada en la Bahía de Banderas, frente a las costas del municipio del mismo nombre en el Estado de Nayarit, con una superficie total de 1,383-01-96.95 hectáreas. *Diario Oficial de la Federación*, Lunes 25 de abril. P. 16-26.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía, unam, México. 246p.

Gotshall, W.D. 1987. *Marine animals of Baja California*. *A guide to the common fishes and invertebrates*. Sea Challengers. Monterey, California. 113p.

Helfman, G.S. 1986. Fish behaviour by day, night, and twilight. En: T.J. Pitcher (ed.), *The behaviour of teleost fishes*. Chapman and Hall, London, pp: 479-512.

Hobson, E.S. 1968. Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. *Bull. Sports Fish. and Wildlife*, Research Rep. 73:1-92.

Margalef, R. 1980. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951p.

Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y L.A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 22(3): 273-294.

Pérez-Vivar, T.L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas de la UdeG. Guadalajara. 109p.

Reyes-Bonilla, H. 1993. *Estructura de la comunidad, influencia de la depredación y biología poblacional de corales hermatípicos en el arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur, México*. Tesis Maestría. cicese. Ensenada, 169p.

Rodríguez-Romero, J. 2002. *Análisis ecológico de la comunidad de peces de la Isla Espíritu Santo y la Montaña submarina el Bajo Espíritu Santo en el sur del Golfo de California, México*. *Uso, Manejo y preservación de los Recursos Naturales (Orientación en ecología).* Tesis Doctoral. uan. Tepic, 112p.

Solís-Gil, C. 1996. *Diversidad y Abundancia de las Poblaciones de Peces de Ornato existentes en Bahía de Banderas*. Informe interno. inp. Est. Biol. Mar. y Pesq. Dr. Enrique Beltrán. La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit. 25p.

Solís-Gil, C. y A. Pérez. 1995. *Poblaciones de peces marinos de ornato existentes en Bahía de Banderas, México*. Informe interno. inp, Est. Biol. Mar. y Pesq. Dr. Enrique Beltrán. La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit., 35p

Thomson, A.D., L. Findley y A. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez*. The University of Arizona Press. Tucson. 302p.

Tabla 3
Parámetros de la comunidad obtenidos por mes. Comparaciones por localidad, realizadas entre temporadas, con el método de *t-Student*

Parámetro	*TFS*						*TCLL*						*Prueba de t.*		
	Feb.	*Mar.*	*Abr.*	*May.*	*Media*	*DE*	*Ago.*	*Sep.*	*Oct.*	*Nov.*	*Media*	*DE*	t_{calc}	$t_{(0.05)}$	*aceptar Ho*
Los Arcos															
Riqueza	28	29	28	29	28.50	0.58	35	39	28	25	31.75	6.40	-1.012	3.182	si
Densidad	0.98	1.21	0.75	0.72	0.92	0.23	0.90	1.08	1.71	0.89	1.15	0.39	-1.024	2.447	si
Equidad	0.914	0.958	0.975	0.970	0.954	0.03	0.837	0.910	0.884	0.925	0.889	0.04	2.745	2.447	no
Marietas															
Riqueza	24	18	22	26	22.50	3.42	27	27	29	25	27.00	1.63	-2.377	2.447	si
Densidad	1.20	2.13	1.02	1.39	1.44	0.49	1.79	1.66	2.35	1.47	1.82	0.38	-1.240	2.447	si
Equidad	0.914	0.882	0.953	0.964	0.928	0.04	0.847	0.922	0.884	0.927	0.895	0.04	1.256	2.447	si
Majahuita															
Riqueza	27	27	28	31	28.25	1.89	34	36	37	31	34.50	2.65	-3.842	2.447	no
Densidad	1.93	2.28	1.49	1.61	1.83	0.35	1.76	1.28	2.84	2.5	2.10	0.71	-0.677	2.447	si
Equidad	0.915	0.912	0.927	0.954	0.927	0.02	0.943	0.927	0.920	0.915	0.926	0.01	0.066	2.447	si
Acumulado															
Riqueza	39	43	40	47	42.25	3.59	52	53	49	42	49.00	4.97	-2.202	2.447	si
Densidad	1.37	1.88	1.09	1.24	1.40	0.34	1.33	1.34	2.30	1.62	1.65	0.46	-0.886	2.447	si
Equidad	0.922	0.916	0.952	0.961	0.938	0.02	0.935	0.925	0.913	0.915	0.922	0.01	1.296	2.447	si
Abundancia relativa															
Arcoiris	18.49	16.16	17.79	16.67	17.28	1.06	15.70	24.53	27.10	18.37	21.43	5.29	-1.538	3.182	si
Castañeta	21.41	22.02	12.27	5.91	15.40	7.74	10.43	8.97	6.67	16.41	10.62	4.16	1.090	2.447	si
Azul de Cortez	6.57	7.99	6.44	8.60	7.40	1.07	16.83	3.86	9.28	7.43	9.35	5.47	-0.699	3.182	si
Camaleón	8.76	5.68	6.13	6.45	6.76	1.37	4.52	8.72	5.80	4.13	5.79	2.08	0.776	2.447	si
Cardenal rosa	0.00	11.37	0.00	4.84	4.05	5.38	0.50	2.12	5.07	17.96	6.41	7.93	-0.493	2.447	si
Vieja	5.35	2.84	4.29	2.69	3.79	1.27	2.64	2.49	3.62	2.06	2.70	0.66	1.528	2.447	si
Ángel real	1.22	0.71	3.68	3.49	2.28	1.53	2.14	3.74	2.75	2.68	2.83	0.67	-0.661	2.447	si
Bicolor	3.16	0.89	1.84	2.69	2.14	1.00	3.89	2.99	1.45	2.27	2.65	1.04	-0.701	2.447	si
Cr. azul-amar	1.95	0.89	0.61	1.34	1.20	0.58	7.54	0.87	0.43	1.55	2.60	3.32	-0.830	3.182	si
Soltera	2.92	0.89	2.45	1.34	1.90	0.95	1.01	1.87	0.87	1.03	1.19	0.46	1.350	2.447	si
Dominó	1.95	1.42	1.23	2.96	1.89	0.77	0.63	0.50	1.59	1.03	0.94	0.49	2.068	2.447	si
Diente de sable	3.16	0.71	3.37	1.08	2.08	1.38	0.63	0.87	0.43	1.24	0.79	0.35	1.807	3.182	si

Tabla 4
Resultados de la aplicación del ANDEVA de una vía y valor de probabilidad (p); cuando éste último fue significativo se aplicó la prueba de Tukey (DSH Tukey)

	TFS				TCLL	
			Prueba DSH Tukey			
Parámetro	*F'*	*p*	*Diferencias*	*p*	F'	p
Riqueza	0.514	0.615			3.415	0.079
Densidad	6.056	0.022	Los Arcos-Majahuitas	0.017	3.619	0.070
Equidad	4.909	0.036	Los Arcos-Marietas	0.030	1.584	0.257

Tabla 5
Número de especies de peces arrecifales de otras localidades del Pacífico mexicano

Localidad	*Especies*	*Autor*
Cabo Pulmo, BCS	226	Reyes-Bonilla (1993)
La Paz BCS	75	Pérez-España *et al.* (1996)
Mar de Cortéz	271	Thomson *et al.* (1979)
Colima	68	Pérez-Vivar (1995)
Bahía Banderas	78	Solís-Gil (1996)
Bahía Banderas	71	Este Estudio

Peces de arrecifes rocosos de las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima, México

Juan Carlos Chávez Comparán[*]
Elaine Espino Barr[**]
Basilio Lara Chavez[***]

Resumen

Se describió la riqueza específica de las comunidades de peces de tres arrecifes rocosos ubicados en las bahías de Manzanillo y Santiago durante los años 2000 y 2001. Se determinó la abundancia relativa de cada especie y se observó el comportamiento de los organismos; los muestreos se realizaron por buceo y sólo durante el día. Se identificaron 72 especies pertenecientes a 29 familias; las más importantes por el número de especies fueron: Labridae (8 sp.), Pomacentridae (6), Serranidae (6) y Lutjanidae (5). Diez especies fueron abundantes, 18 frecuentes, 20 comunes y 24 raras. Las especies dominantes fueron *Stegastes acapulcoensis*, *S. flavilatus, Chromis atrilobata, Prionurus punctatus, Abudefduf troschelii* y *Thalassoma lucasanum.* Por su comportamiento, los representantes de 36 especies fueron de conducta móvil permanente, 22 territoriales, cuatro estacionales y 10 visitantes. Se resalta el valor ecológico y potencial ecoturístico de estas comunidades. Con esta información se inició una lista sistemática que permitirá evaluar el impacto ambiental de modificaciones futuras en las bahías, tanto antropogénicas como naturales.

Palabras clave: Ictiofauna, abundancia relativa, arrecife rocoso, bahías de Manzanillo y Santiago, Colima.

Introducción

La costa del estado de Colima, ubicado en la parte central del Pacifico mexicano, tiene una longitud de alrededor de 157 km y abarca los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán (Chávez-Comparán, 1995). Sin embargo, su clima, y su configuración, que incluye estuarios, lagunas costeras, playas arenosas, así como con promontorios rocosos y acantilados, propician una elevada biodiversidad marina, sobre todo de ictiofauna (Espino-Barr *et al.*, 2003), que ha sido poco estudiada por dos razones fundamentales; la primera es que gran cantidad de especies está representada por organismos pequeños y sin valor comercial, por lo que es difícil recolectarlas con los artes de pesca tradicionales, y la segunda, que pocos investigadores están dedicados al tema.

La ictiofauna es una de las riquezas comerciales y ecológicas de nuestro país (Castro-Aguirre, 1978); los estudios sobre esta comunidad se han realizado desde la década de los años sesenta (Moncayo-Estrada *et al.*, 2006). En algunas regiones se han efectuado inventarios, sobre todo de las especies de importancia comercial (Espino-Barr *et al.,* 2003), por lo que en muchos casos se han omitido aquellas que no tienen valor económico pero que son importantes dentro del ecosistema marino, como los peces de arrecife (Ramírez y González, 1976; Yáñez-Arancibia, 1978, Castro-Aguirre, 1978; Aguilar-Palomino *et al.*, 1996; Amezcua-Linares, 1996; de la Cruz-Agüero, 1997; Madrid-Vera, 1999; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Galván-Magaña *et al.*, 2000; Solís-Gil y Escobedo-Quintero, 2002; Mariscal-Romero, 2002; entre otros).

En las bahías de Manzanillo y Santiago (Colima), durante las últimas décadas se han realizado diversas obras portuarias con el propósito de fomentar el comercio y la industria. Tanto las obras como las actividades económicas han tenido efectos negativos sobre los ecosistemas costeros, tales como la contaminación de la laguna de Cuyutlán y de la bahía de Manzanillo por derrames de hidrocarburos y aguas negras domésticas (Arce-Duarte *et al.*, 2002); el dragado de la laguna de Juluapan para un proyecto de marina; la modificación total de la laguna de San Pedrito para dar lugar al Puer-

* Facultad de Ciencias Marinas; Universidad de Colima. Correo electrónico: jcchavez@ucol.mx
** Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. Correo electrónico: elespino@bay.net.mx
*** Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas; Universidad de Colima

to Interior (SEDUE, 1984), etc. Sin embargo, aún existen lugares de la costa por desarrollar, sobre todo en áreas con arrecifes coralinos, como Punta Carrizales (área marina prioritaria de acuerdo con CONABIO) y se deben tomar medidas para su protección.

El objetivo del presente trabajo es describir la fauna ictiológica que se encuentra en tres arrecifes rocosos de las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima, así como resaltar su valor ecológico y como atractivo eco-turístico. Aquí se inicia una lista sistemática de la ictiofauna de arrecifes rocosos-coralinos que permitirá evaluar el efecto ambiental de las modificaciones futuras en el litoral, tanto antropogénicas como naturales.

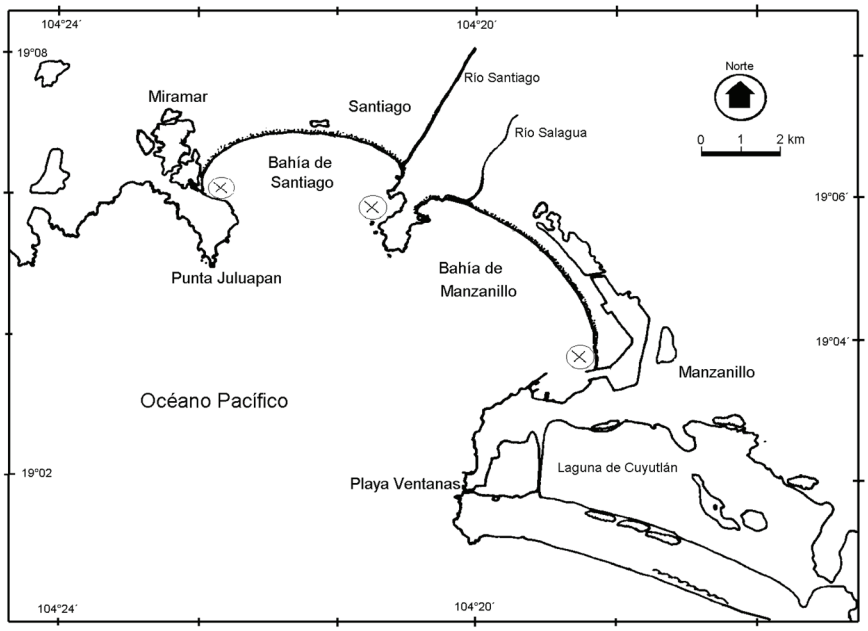
Métodos y materiales

El municipio de Manzanillo se localiza en la parte noroeste del estado de Colima, entre los 19°27'29" N y 104°37'110" O (Fig. 1). El clima predominante es cálido sub-húmedo con lluvias en verano y otoño, la temperatura ambiente promedio anual es de 31.4 °C; la humedad relativa oscila entre 70 y 79% y la precipitación media anual es de 985.3 mm (Ortiz-Guerra, 1989).

La batimetría de las bahías de Manzanillo y Santiago presenta isobatas paralelas a la de la línea de costa hasta aproximadamente los 30-40 metros de profundidad. La marea es semidiurna mixta y la amplitud media es de 0.36 metros (Anónimo, 1985). El patrón general de oleaje tiene variaciones estacionales. El periodo significante de la ola es de 10 segundos y la altura significante de 2.75 m (González-Chavarín, 1988). La altura de las olas promedio anual se estima en 1.12 m. La velocidad mínima de las corrientes en la zona es de 3.67 cm·seg^{-1} y la máxima de 15.67 cm·seg^{-1}, con un promedio de 8.32 cm·seg^{-1}, el viento es la principal fuerza motriz (Clemente-Ramírez, 1991). La salinidad máxima es 37.7% y la media 34.2 por ciento.

Existen nueve zonas con características arrecifales en las bahías, de las cuales se escogieron tres: el espigón de entrada al Puerto Interior de Manzanillo, situado en el extremo sur de la playa de las Brisas y construido con tetrápodos de concreto, el sustrato rocoso de la playa La Audiencia y el arrecife coralino adyacente a la playa La Boquita de Miramar, ubicada en el interior de la bahía de Santiago, formado por tres especies: *Pocillopora capitata*, *Porites lutea* y *Sipbonorgia sp*. Los corales están distribuidos por parches porque el sustrato está compuesto por rocas de basalto oscuro, producto de derrumbes del cerro de Punta Juluapan (Pérez-Vivar, 1995). El arrecife mide aproximadamente 200 m en el plano perpendicular a la costa y 100 m en el paralelo (área = 20 000 m^2).

Figura 1
Bahías de Manzanillo y Santiago



⊗ = zonas de muestreo en las playas de la Boquita de Miramar, de la Audiencia y de las Brisas, Colima.

Entre septiembre y diciembre del año 2000 y durante todo 2001 se realizaron 40 campañas de trabajo en campo en esas tres áreas, seleccionadas porque son representativas de los arrecifes del litoral de Colima. Los censos se realizaron por buceo libre o autónomo a lo largo de transectos en franja de 50 m de largo por dos metros de ancho, paralelos a la costa, siempre en el mismo horario (diurno) y con duración de una hora, utilizando la técnica visual rápida descrita por Bohnsack y Bannerot (1986). En todos los sitios se tomaron fotografías de los especímenes con cámaras submarinas marca Cannon mod. ELPH Sport y Nikonos V. Los organismos se identificaron *in situ*; con las fotografías se comprobó su identidad a partir de las claves de Eschemeyer *et al.* (1983), Goodson (1988), Gotshall (1989), Thomson *et al*. (2000) y Allen y Robertson (1998). También se registró la conducta de los peces.

La afinidad zoogeográfica se determinó de acuerdo con la distribución propuesta por Briggs (1974) y aplicado por Moncayo-Estrada *et al.* (2006) para Bahía Banderas, México: PS = Provincia de San Diego; PC = Provincia de Cortés (sinuscalifornica); PM = Provincia Mexicana; PP = Provincia Panámica; y T = Amplia distribución en el Pacífico Oriental. Por otro lado, el tipo de hábitat donde se observó a los individuos de cada especie se clasificó como: *RoG* = rocas grandes; *RoP* = rocas pequeñas; *Ar* = Arenoso; *Co* = Coralino; *Cu* = Cuevas y *CA* = Columna de agua. Los hábitats preferidos son los cercanos a rocas grandes o chicas.

La abundancia relativa se estimó con base en el método descrito por Sánchez-Ortiz *et al.* (1997), que consiste en clasificar a las especies de acuerdo con su aparición en los censos como: *raras* cuando se observaron de uno a cinco organismos por muestreo; *frecuentes* de seis a 15; *comunes* de 16 a 50; y *abundantes* cuando se registraron más de 51 especímenes. Los peces también se clasificaron según su conducta como: *territorialistas*, aquellos que se encuentran permanentemente en el arrecife para defender un pequeño territorio dentro del mismo; *móviles permanentes*, que siempre están en el arrecife, pero su ámbito de residencia es amplio; *visitantes*, especies que se presentan durante ciertas horas del día en el arrecife, principalmente para alimentarse; y *estacionales*, aquellas que únicamente aparecen en determinadas épocas del año.

Resultados

Se identificaron 72 especies de peces pertenecientes a 29 familias (Tabla 1), Labridae con ocho especies, seguido de Pomacentridae con seis, Serranidae con seis y Lutjanidae con cinco. En esta región se observaron 35 especies de PC-PP; 11 de PS-PP, 19 de PP-PM y dos de PM; en contraste, cinco especies fueron casi cosmopolitas (T), ya que tienen una amplia distribución en el Pacífico oriental. Por otro lado, de acuerdo con su hábitat, se encontraron especímenes de 46 especies en ambientes RoG, 12 en sustratos de RoP, 28 en Co, nueve en Cu, 15 en Ca y tres sobre fondos arenosos Ar. Los ejemplares de algunas se observaron en más de un tipo de hábitat, como fue el caso de los móviles permanentes (Tabla 1). Las especies con mayor abundancia relativa y que aparecieron en todos los censos fueron *Stegastes acapulcoensis*, *S. flavilatus, Chromis atrilobata, Prionurus punctatus, Abudefduf troschelii* y *Thalassoma lucasanum.*

De las especies, 30.5% estuvo asociado a las rocas debido a que tienden a estar dentro de sus madrigueras o alrededor de éstas y son de conducta territorialistas, e.g.: *Bodianus diplotaenia, Chaetodon humeralis, Cirrhitichthys oxycephalus, Epinephelus labriformis, Epinephelus panamensis, Microspathodon dorsalis, Myripristis leiognathus, Ophioblennius steindachneri, Pareques fuscovittatus, Sargocentron suborbitalis, Stegastes acapulcoensis, Stegastes flavilatus* y *Thalassoma lucasanum.*

Existen otras especies que habitan por encima del arrecife de coral y de las rocas, y que se encuentran "asociadas" a la columna de agua; son móviles permanentes dentro del arrecife. Estos peces abarcan 50% de las especies identificadas: *Abudefduf troschelii, Acanthurus nigricans, A. xanthopterus, Aluterus scriptus, Anisotremus interruptus, Arothron meleagris, A. hispidus, Canthigaster puctatissima, Cantherhinus dumerilii, Chromis atrilobata, Diodon holocanthus, D. hystrix, Prionurus punctatus, Johnrandallia nigrirostris, Fistularia commersonii, Holacanthus passer, Halichoeres chierchiae, H. dispilus, H. nicholsi, H. notospilus, Lutjanus argentiventris, L. novemfasciatus, L. viridis, L. guttatus, L. inermis, Malacoctenus zonifer, Mulloidichthys dentatus, Myrichthys tigrinus, Novaculichthys taeniourus, Ostracion meleagris, Pseudobalistes naufragium, Sufflamen verres* y *Zanclus cornutus.*

De las especies identificadas, 14% visita el arrecife rocoso para alimentarse y también está asociado a fondos arenosos: *Haemulon maculicauda, H. sexfasciatum, Sphoeroides annulatus, S. lobatus, Diplectrum pacificum, Urobatis concentricus* y *Urotrygon rogersi.* Por último, 10% de las especies identificadas entra al ecosistema rocoso-arrecifal sólo periódicamente, para alimentarse: *Caranx caballus, Caranx caninus, Caranx sexfasciatus* y *Mugil curema.*

Tabla 1
Listado sistemático de peces de arrecifes rocosos y coralinos del litoral de Colima, México

Familia	*Especie*	*Distribución*	*Hábitat*	*Conducta*	*Abundancia relativa*
Urolophidae	*Urotrygon rogersi* (Jordan y Starks, 1895)	PC-PP	*Ar*	Visitante	*frecuente*
	Urobatis concentricus Osburn y Nichols, 1916	PC-PP	*Ar*	Visitante	*frecuente*
Muraenidae	*Gymnomuraena zebra* (Shaw, 1797)	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*raro*
	Gymnothorax castaneus (Jordan y Gilbert, 1883)	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*raro*
	Muraena lentiginosa Jenyns, 1842	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*raro*
Ophichthidae	*Myrichthys tigrinus* Girard, 1859	PC-PP	*RoP*	Móvil permanente	*raro*
Mugilidae	*Mugil curema* Valenciennes, 1836	PC-PP	*CA*	Estacional	*común*
Holocentridae	*Myripristis leiognathus* Valenciennes, 1846	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*frecuente*
	Sargocentron suborbitalis (Gill, 1863)	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*raro*
Fistulariidae	*Fistularia commersonii* Rüppell, 1838	PM-PP	*RoG-Co-CA*	Móvil permanente	*frecuente*
Scorpaenidae	*Scorpaena mystes* (Jordan y Starks, 1895)	PM-PP	*RoG-Ar*	Territorialista	*raro*
Serranidae	*Alphestes immaculatus* Breder, 1936	PC-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*frecuente*
	Cephalopholis panamensis (Steindachner, 1877)	PC-PP	*RoG-RoP*	Territorialista	*frecuente*
	Epinephelus labriformis (Jenyns, 1840)	PC-PP	*RoG-RoP*	Territorialista	*frecuente*
	Diplectrum pacificum Meek y Hildebrand, 1925	PS-PP	*RoP-CA*	Visitante	*raro*
	Paranthias colonus (Valenciennes, 1846)	PC-PP	*Cu*	Territorialista	*raro*
	Serranus psittacinus Valenciennes, 1846	PC-PP	*RoP*	Móvil permanente	*frecuente*
Apogonidae	*Apogon pacificus* (Herre, 1935)	PC-PP	*RoG-Cu*	Territorialista	*raro*
Carangidae	*Caranx caballus* Günther, 1868	PM-PP	*CA*	Estacional	*común*
	Caranx caninus Günther, 1867	PS-PP	*CA*	Estacional	*común*
	Caranx sexfasciatus Quoy y Gaimard, 1825	PM-PP	*CA*	Estacional	*común*
Lutjanidae	*Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869)	PS-PP	*CA*	Móvil permanente	*frecuente*
	Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869)	PM-PP	*CA*	Móvil permanente	*raro*
	Lutjanus novemfasciatus Gill, 1862	PS-PP	*CA*	Móvil permanente	*raro*
	Lutjanus viridis (Valenciennes, 1846)	PM-PP	*CA*	Móvil permanente	*frecuente*
	Lutjanus inermis (Peters, 1869)	PM-PP	*CA*	Móvil permanente	*raro*
Haemulidae	*Anisotremus interruptus* (Gill, 1862)	PM-PP	*CA*	Móvil permanente	*frecuente*
	Haemulon maculicauda (Gill, 1862)	PS-PP	*CA*	Visitante	*abundante*
	Haemulon sexfasciatum Gill, 1862	PC-PP	*CA*	Visitante	*abundante*
	Microlepidotus brevipinnis (Steindachner, 1869)	PC-PP	*CA*	Visitante	*raro*
Sciaenidae	*Pareques fuscovittatus* (Kendall y Radcliffe, 1912)	PM	*Cu*	Territorialista	*raro*
Mullidae	*Mulloidichthys dentatus* (Gill, 1862)	PS-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*común*
Chaetodontidae	*Chaetodon humeralis* Günther, 1860	PS-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*común*
	Johnrandallia nigrirostris (Gill, 1862)	PC-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*común*
Pomacanthidae	*Holacanthus passer* Valenciennes, 1846	PC-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*frecuente*
	Pomacanthus zonipectus (Gill, 1862)	PM-PP	*RoG-Cu-Co*	Territorialista	*raro*
Kyphosidae	*Kyphosus analogus* (Gill, 1862)	PS-PP	*RoG-CA*	Visitante	*abundante*
	Kyphosus elegans (Peters, 1869)	PC-PP	*RoG-CA*	Visitante	*abundante*
Cirrhitidae	*Cirrhitichthys oxycephalus* (Bleeker, 1855)	PC-PP	*Co*	Territorialista	*raro*
	Cirrhitus rivulatus Valenciennes, 1846	PC-PP	*RoG*	Territorialista	*raro*
Zanclidae	*Zanclus cornutus* (Linnaeus, 1758)	PM	*RoG-Co*	Móvil permanente	*frecuente*
Pomacentridae	*Abudefduf troschelii* (Gill, 1862)	PM-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*abundante*
	Chromis atrilobata Gill, 1862	PM-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*abundante*
	Microspathodon dorsalis (Gill, 1862)	PC-PP	*RoG*	Móvil permanente	*frecuente*
	Microspathodon bardii (Gill, 1862)	PC-PP	*Ro*G	Territorialista	*común*
	Stegastes acapulcoensis (Fowler, 1944)	PM-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*abundante*
	Stegastes flavilatus (Gill, 1862)	PM-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*abundante*
Labridae	*Bodianus diplotaenia* (Gill, 1862)	PS-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*común*
	Halichoeres chierchiae di Carporiacco, 1947	PC-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
	Halichoeres dispilus (Günther, 1864)	PC-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
	Halichoeres nicholsi (Jordan y Gilbert, 1882)	PC-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
	Halichoeres notospilus (Günther, 1864)	PC-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
	Thalassoma lucasanum (Gill, 1862)	PC-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*abundante*

Familia	*Especie*	*Distribución*	*Hábitat*	*Conducta*	*Abundancia relativa*
	Thalassoma grammaticum Gilbert, 1890	PM-PP	*RoG-Co*	Territorialista	*común*
	Novaculichthys taeniourus (Lacèpede, 1801)	T	*RoG-Co*	Móvil permanente	*raro*
Labrisomidae	*Malacoctenus zonifer* (Jordan y Gilbert, 1882)	PM-PP	*RoG*	Móvil permanente	*raro*
Blenniidae	*Ophioblennius steindachneri* Jordan y Everman, 1898	PC-PP	*RoG*	Territorialista	*común*
Acanthuridae	*Acanthurus xanthopterus* Valenciennes, 1835	PC-PP	*RoG*	Móvil permanente	*frecuente*
	Acanthurus nigricans (Linnaeus, 1758)	PM-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*frecuente*
	Prionurus punctatus Gill, 1862	PC-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*abundante*
Balistidae	*Pseudobalistes naufragium* (Jordan y Starks, 1895)	PM-PP	*RoG*	Móvil permanente	*raro*
	Sufflamen verres (Gilbert y Starks, 1904)	PC-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
Monacanthidae	*Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)	PC-PP	*RoG*	Móvil permanente	*raro*
	Cantherhines dumerilii (Hollard, 1854)	PM-PP	*RoG-Co-Cu*	Móvil permanente	*común*
Ostraciidae	*Ostracion meleagris* Shaw, 1796	PC-PP	*RoG*	Móvil permanente	*raro*
Tetraodontidae	*Arothron meleagris* (Lacèpede, 1798)	PC-PP	*RoG-Co*	Móvil permanente	*común*
	Arothron hispidus (Linnaeus, 1758)	PS-PP	*RoG-RoP-Co*	Móvil permanente	*común*
	Canthigaster punctatissima (Günther, 1870)	T	*RoG*	Móvil permanente	*común*
	Sphoeroides annulatus (Jenyns, 1842)	PS-PP	*RoG-RoP-Co*	Visitante	*frecuente*
	Sphoeroides lobatus (Steindachner, 1870)	T	*RoG-RoP-Co*	Visitante	*raro*
Diodontidae	*Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758	T	*RoG-RoP*	Móvil permanente	*frecuente*
	Diodon hystrix Linnaeus, 1758	T	*RoG-RoP*	Móvil permanente	*raro*

Discusión

La riqueza específica de la ictiofauna en las tres áreas de arrecife fue elevada a pesar de que el presente estudio se realizó en un área muy pequeña y sólo durante el periodo diurno, por lo que no se tomaron en cuenta los peces de hábitos nocturnos. En el litoral de Colima, Pérez-Vivar (1995) reportó 68 especies y Madrid-Vera (1999) 125, mientras que Espino-Barr *et al*. (2003) registraron 109 especies en la captura comercial.

La importancia de los peces del litoral rocoso del estado de Colima debe estimarse por su valor de uso activo y pasivo (Munasinghe, 1992); el primero se refiere al beneficio humano que se obtiene de ellos, ya sea como alimento, elemento de ornato o en la pesca deportiva. También existe un uso activo indirecto, como atractivo eco-turístico para visitantes que practican del buceo libre o autónomo. Los valores de uso pasivo son aquellos derivados de su propia existencia (valor de existencia), de los futuros usos (valor de opción) y por la conservación ecológica (valor de herencia). Muchos de estos recursos no tienen uso activo, pero sí un valor económico derivado del bienestar que generan con su papel en el ecosistema y los beneficios que pueden aportar a futuro (Randall, 1987). Cabe hacer notar que aunque algunos podrían comercializase en acuarios, en la actualidad no se dan permisos con este propósito porque no hay suficientes evaluaciones de este recurso en el estado de Colima.

Agradecimientos

Agradecemos al Fidecomiso Dr. Ramón Álvarez Buylla, el financiamiento de este proyecto de investigación.

Referencias bibliográficas

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 22(4):469-481.

Allen, G. y D.R. Robertson, 1998. *Peces del Pacífico Oriental Tropical.* conabio, 327p.

Amezcua-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. conabio, unam, México, 184p.

Anónimo, 1985. T*ablas de predicción de mareas.* Instituto de Geofísica, unam. México, 30p.

Arce-Duarte F., G. Ramírez-Guillén y S. Almaraz-Guillén. 2002. Diagnóstico Portuario 2000. Manzanillo, Col., Lázaro Cárdenas, Mich, Pto. Vallarta, Jal., Zihuatanejo, Gro., Ixtapa, Gro. y San Blas, Nay. *Informe interno.* Dir. Gral. de Investigación y Desarrollo. Dir. Gral. Adjunta de Oceanografía. Instituto Oceanográfico del Pacífico-Subdirección de Contaminación Marina. 210p.

Bohnsack, J.A. y S.P. Bannerot, 1986. *A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes*. NOAA Technical Report NMFS, 41:1-15.

Briggs, J.C., 1974. *Marine zoogeography.* McGraw-Hill, Nueva York, 475p.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica, 19. Dirección General del Inst. Nac. Pesca, México, 298p.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México.* Serie Biotecnologías. ipn, Noriega-Limusa, México, 711p.

Chávez-Comparán, J.C. 1995. *Evaluación de los recursos naturales costeros de los estados de Jalisco y Colima. II Estado de Colima*. Reporte dgon-02-03. Instituto Oceanográfico del Pacífico. Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina, 83p.

Clemente-Ramírez, R. 1991. *Análisis de la corriente subsuperficial de marea en dos puntos fijos de la Bahía de Manzanillo, Colima.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo, 71p.

De la Cruz-Agüero, J. 1997. *Catálogo de Peces Marinos de Baja California Sur*. conabio, cicimar-ipn, México, 342p.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México.* conabio-inp. Manzanillo, 106p.

Eschemeyer, W.N., E.S. Herald y H. Hamman. 1983. *A field guide to the Pacific coast fishes of North America*. Houghthon Miffin, Boston, 336p.

Galván-Magaña, F., R. Gutiérrez-Sánchez, L.A. Abitia-Cárdenas y J. Rodríguez-Romero. 2000. The distribution and affinities of the shore fishes of the Baja California Sur lagoons. En: M. Munawar, S. Lawrence, I.F. Munawar y D. Malley (eds.). *Aquatic ecosystems of Mexico: status and scope*. Ecovision World Monograph Series. Backhuys Publishing, Canadá 451p.

González-Chavarín, I. 1988. *Dinámica de la línea de costa en base a cambios anuales del perfil de playa en las Bahías de Manzanillo y Santiago, Colima.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 60p.

Goodson, G. 1988. *Fishes of Pacific coast*. Stanford University Press. Standford, Ca., 267p.

Gotshall, D.W., 1989. *Pacific coast inshore fishes*. Sea Challenger, Monterrey Bay, Ca., 96p.

Madrid-Vera, J.M. 1999. *Aspectos de ecología, las pesquerías y la biografía de los peces costeros de Michoacán y Colim*a, México. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, España, 247p.

Mariscal-Romero, J. 2002. *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis doctoral, picp, Universidad deColima, México, 143p.

Moncayo-Estrada, R., J.L. Castro-Aguirre y J. de la Cruz-Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía Banderas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad,* 77:67-80.

Munasinghe, M. 1992. Biodiversity protection policy: environmental valuation and distribution issues. *Ambio,* 21(3):227-236.

Ortiz-Guerra, J.C. 1989. *Desarrollo costero del municipio de Manzanillo, Colima: diagnosis y perspectivas.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo, 112p.

Pérez-Vivar, T. L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México.* Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias, UdeG, Guadalajara, 108p.

Ramírez, H.E. y A. González-P. (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos.* sic-inp. México, 462p.

Randall, A. 1987. Total economic value as a basis for policy. *Trans. Amer. Fish. Soc*., 116: 325-335.

Sánchez-Ortiz, C., J.L. Arreola-Robles, O. Aburto-Oropeza, y M. Cortés-Hernández. 1997. Peces de arrecife en la región de la Paz, B.C.S. En: J. Urban-Ramírez y M. Ramírez-Rodríguez (eds.). *La Bahía de la Paz, investigación y conservación.* uabcs, cicimar, Birch Aquarium, La Paz. pp. 77-188.

sedue. 1984. *Plan director urbano del centro de la población de Manzanillo, Col.* Gobierno del Estado de Colima, H. Ayuntamiento de Manzanillo. Comisión de Conurbación de Manzanillo-Barra de Navidad, sedue. Manzanillo, Col. 161p.

Solís-Gil, C. y J.L. Escobedo-Quintero. 2002. *Índices de diversidad y similitud de comunidades estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México. Temporada 1996.* Tesis de Maestría, uan y UdeG, Tepic, 37p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. The University of Arizona Press, Tucson, 302p.

Yáñez-Arancibia A. 1978. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. unam, Publ. Especial 2, 306p.

Peces de importancia ecológica y comercial asociados a fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México

José Mariscal Romero[*]
Albert M. van der Heiden[**]

Resumen

Se analiza la distribución de la biomasa, expresada como Captura por Unidad de Área (CPUA), de los peces demersales de fondos blandos en un segmento de la plataforma continental interna de Jalisco y Colima, México. Durante 1995 y 1996 se realizaron cinco cruceros durante los periodos representativos de los patrones de circulación marina de la zona, en un diseño estratificado sobre siete transectos y cuatro estratos batimétricos. Se identificaron 161 especies de peces, que fueron organizadas en seis grupos con base en la combinación de los intereses de la pesca de arrastre y la artesanal. Los cambios en el tiempo de la CPUA entre estratos batimétricos y transectos mostraron tres estructuras: someras, intermedias y profundas, todas ellas dominadas por especies de mayor afinidad demersal y bentónica, y que responden a los cambios ambientales de la zona. En el año 2000 se realizaron cuatro cruceros en la sección Jalisco de la zona de estudio para determinar el tipo de sustrato, se encontraron diferencias significativas entre los sedimentos de cada transecto, relacionadas con el grado de exposición a las corrientes de la zona: Los resultados de la conjunción de estos estudios indican que la biomasa responde a variaciones temporales y condiciones locales.

Palabras clave: Peces demersales, fondos blandos, plataforma continental, Jalisco, Colima, México.

Introducción

En el ecosistema de la plataforma interna del Pacífico mexicano es posible hallar, entre otros organismos, los denominados peces demersales de fondos blandos, grupo muy diverso y constituido por complejos multi-específicos o asociaciones (Caddy y Sharp, 1988). Más de 450 formas biológicas que pertenecen al menos a 65 familias y 352 especies lo conforman y coexisten en condiciones ambientales similares: tipo de fondo, estrato batimétrico, temporalidad, etc. (Mariscal-Romero, 2002a).

Los peces demersales, junto con algunos invertebrados, forman parte de la *fauna acompañante* que se extrae durante la pesca de arrastre del camarón. El valor económico por uso directo de la mayoría de estas especies es pequeño; sin embargo, son importantes e indispensables en el funcionamiento del ecosistema, como disipadores de la materia y la energía desde los centros de producción asociados con los ambientes someros, hacia los oceánicos profundos mediante las interacciones tróficas (valor de opción), y como parte de su biodiversidad (valor de legado) (Caddy y Sharp, 1988). Por otro lado, otras especies habitan los fondos blandos y las lagunas durante sus fases juveniles y de crecimiento, antes de reclutarse a los *stocks* comerciales (Sparre y Venema, 1995), por lo que estos ambientes funcionan como áreas de crianza y como sostén de la pesca artesanal de la zona, lo que resalta su valor de no uso o indirecto.

La pesca artesanal en Jalisco se basa en la captura de más de 140 especies de peces e invertebrados marinos, pertenecientes a 33 familias, mientras que en Colima se basa en 110 especies (Espino-Barr *et al*., 2003). Esta actividad se desarrolla en ambos estados por medio de 24 centros de acopio, 61 organizaciones pesqueras con 1 151 socios y más de 1 500 embarcaciones (Espino-Barr *et al.*, 2004). La composición específica de los grupos de peces demersales de la plataforma continental de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán es de aproximadamente 183 especies (Amezcua-Linares, 1996).

La plataforma continental de Jalisco, Colima y Michoacán ha sido poco estudiada a pesar de que en

* Departamento de Estudios P/Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. CUCSUR-Universidad de Guadalajara, correo electrónico: mariscal@costera.melaque.udg.mx
** Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Unidad Mazatlán

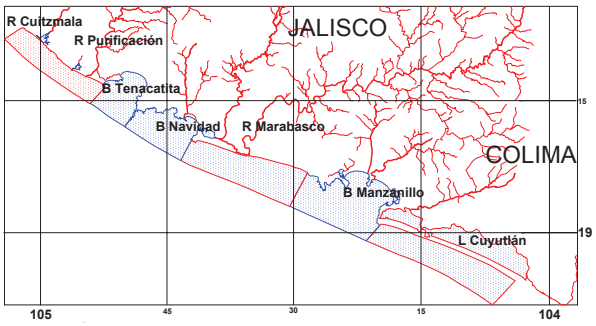
ella habita una comunidad diversa de peces e invertebrados, que experimenta variaciones en sus patrones de distribución en el espacio y el tiempo y que es influenciada de alguna manera por la hidrodinámica y por la persistente condición de hipoxia (Aguilar-Palomino *et al.*, 1996; Mariscal-Romero *et al.*, 1998). En la zona, la mayoría de los peces es de afinidad tropical, por lo que responde al cambio ambiental provocado por el agua "fría" del Norte transportada por la Corriente de California, durante el invierno y la primavera. Ésta provoca modificaciones en la composición de la fauna y movimientos de las especies hacia las zonas someras donde las condiciones son más favorables (Mariscal-Romero, 2002b).

El presente trabajo tiene como objetivo difundir el conocimiento acerca de la distribución, la concentración y la variación en el tiempo de los recursos demersales de peces de Jalisco y Colima para que puedan ser la base para futuras evaluaciones.

Métodos y materiales

El sistema litoral de la plataforma interna frente a las costas de Jalisco y Colima es una franja estrecha limitada por la fosa mesoamericana que se ha formado a partir de la subducción entre las placas de Cocos y la Norteamericana (Secretaría de Marina, 1987; Bandy *et al.*, 1999), tiene poca superficie de fondos suaves que sean óptimos para la pesca de arrastre, ya que la mayor parte del sustrato es mixto (pedregoso-arenoso), producto de los afloramientos geológicos costeros (Fig. 1). Desde el punto de vista oceanográfico es una zona de convergencia latitudinal entre los flujos de la Contracorriente Ecuatorial del Norte (tropical) y la Corriente de California (templada) (Wyrtki, 1965; Longhurst, 1998).

Figura 1
Área de estudio, microcuencas y plataforma continental Interna de Jalisco y Colima, México



Las características oceanográficas de la zona pueden ubicarse en tres periodos (Wyrtki, 1965; Badan, 1997; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998). Durante el primero, la Corriente de California aún es intensa, pero se empieza a manifestar la Contracorriente Ecuatorial; la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) está cercana a los 10° N, lo que permite el desarrollo de la Contracorriente Ecuatorial. En el segundo, la contracorriente ecuatorial está totalmente desarrollada y el flujo más fuerte se dirige hacia el Este del Domo de Costa Rica, por lo que da lugar a la Corriente Costera de Costa Rica; la Contracorriente Norecuatorial se encuentra entre los 10 y 20° N de latitud y la ZCIT se ubica aproximadamente en los 10° N. En el tercer periodo, la ZCIT está en su posición más meridional, cercana a los 3° N; en este momento la Corriente de California es más fuerte y alcanza su posición más sureña (Wyrtki, 1965; Baumgartner y Christensen, 1985; Badan, 1997).

Durante 1995 y 1996 se desarrollaron cinco campañas de prospección de los recursos demersales sobre la plataforma continental del Pacífico central mexicano, desde la desembocadura del río Cuitzmala en Jalisco, hasta el poblado de Cuyutlán en Colima. Las campañas se desarrollaron en periodos representativos de los tres grandes momentos oceanográficos descritos en el área de estudio. En los cinco cruceros, a bordo del barco *BIP V* de la Universidad de Guadalajara, se efectuó un total de 140 lances de pesca "exitosos" con redes pareadas de arrastre tipo semi-portuguesa (Aguilar-Palomino *et al.*, 1996). El diseño de muestreo fue estratificado al azar (siete transectos y cuatro estratos batimétricos). Los arrastres fueron nocturnos y el orden en que se realizó cada lance en cada uno de los estratos de cada transecto, fue determinado por sorteo para evitar los sesgos derivados de la conducta de los organismos (Mariscal-Romero, 2002b).

Las especies colectadas se clasificaron de acuerdo con su frecuencia de aparición en *raras*, *frecuentes* y *comunes*, mediante el método de rarefacción de Olmstead-Tukey, (Sokal y Rohlf, 1969). Posteriormente, su valor de importancia fue determinado de acuerdo con su aprovechamiento potencial como: valor de uso, no uso, de opción y legado (Sparre y Venema, 1995). La relevancia de las especies también fue establecida a partir de la combinación de los intereses de la pesca de arrastre y la artesanal en:

1. Peces PLANOS (Pleuronectiformes, solo de interés para la pesca de arrastre).
2. Peces de importancia COMERCIAL (grupo misceláneo, con componentes de interés para la pesca de arrastre y artesanal).
3. RAYAS (interés potencial para la pesca de arrastre).

4. Siánidos-hemúlidos (interés para la pesca artesanal).
5. Serránidos (interés para la pesca artesanal).
6. Otros (descartes o basura, con poco o nulo interés para cualquier tipo de pesca).

La captura por unidad de área (cpua). expresada en peso fresco, se utilizó como índice de biomasa. El área barrida por la red se determinó a partir de la distancia recorrida entre los sitios de inicio y fin del lance, multiplicada por la apertura de la red (Sparre y Venema, 1995). La cpua fue estandarizada como hectáreas y sobre la base de las estaciones referenciadas geográficamente se elaboraron isolíneas de la cpua (máx.) utilizando el método estadístico de interpolación Kriging (Legendre y Legendre, 1998) por medio del *software Surfer* (Surface Mapping Systems, Golden Software). Estas gráficas se realizaron por campaña y estrato batimétrico, así como por campaña y transecto.

El reconocimiento de los fondos suaves "óptimos" para la pesca de arrastre de camarón se realizó a partir de los resultados de cuatro cruceros de prospección de sedimentos superficiales de la sección Jalisco del área de estudio realizados en el año 2000. En cada sitio dem se obtuvieron 20 muestras de sedimentos superficiales con una draga tipo Van Veen con capacidad de tres litros. Las muestras se tomaron sobre tres transectos perpendiculares a la línea de costa por sitio dem. Posteriormente, los sedimentos se analizaron por el método de cribado y se calculó el porcentaje en peso de cada una de las fracciones presentes; estos valores fueron clasificados de acuerdo con el diámetro de sus granos.

El perfil batimétrico de los transectos se trazó a partir de los valores de profundidad obtenidos directamente de una ecosonda (vinculada a un gps) y las distancias (en kilómetros) comprendidas entre el inicio del transecto y el punto más próximo a la línea litoral. Estos datos fueron utilizados como pares de coordenadas para establecer un modelo de regresión Spline cúbico (Legendre y Legendre, 1998). con el método de mínimos cuadrados incluido en el programa de cómputo Statistica (StatSoft, 1995).

Resultados

En las cinco campañas se realizaron 140 lances en total, sobre una superficie de 167.3 ha de fondos suaves, con un volumen de captura total de 7 259 kg de biomasa (peso fresco) y 224 486 individuos pertenecientes a 161 especies de peces (Anexo 1). Según el análisis, se presentaron de la siguiente manera: 13 como muy comunes, 28 comunes, 28 son frecuentes, 43 como raras y 49 muy raras (Tabla 1).

Los géneros más importantes de los grupos establecidos de acuerdo con los criterios de Sparre y Venema (1995) fueron:

peces planos: *Syacium, Paralichthys, Bothus, Cyclopsetta y Monolene;* comerciales: *Eucinostomus, Gerres* y *Diapterus;* rayas*: Urotrygon, Urobatis y Dasyatis*; siánidos-hemúlidos: *Cynoscion*, *Ophioscion y Haemulopsis*; serránidos: todas las especies; otros: *Diodon, Porichthys, Scorpaena, Pseudupeneus*.

Distribución por estrato batimétrico de la cpua de peces demersales en los cruceros

Las mayores concentraciones de biomasa de peces demersales (kg·ha^{-1}) en las campañas realizadas el primer año (i, ii y iii), se presentaron en las zonas someras, cuya profundidad varió entre 20 y 40 m, lo que muestra la dirección de somero a profundo del gradiente de concentración de la biomasa (700-500 kg·ha^{-1}). En la campaña dem iv, el gradiente de concentración cambió de dirección de profundo (60 m) a somero (1 200-300 kg·ha^{-1}), mientras que en la campaña v recuperó la tendencia detectada en el primer año, aunque la biomasa fue menor (700-100 kg·ha^{-1}). Se observaron fluctuaciones significativas en las campañas iii y iv a los 40 y 60 m, cuando se registró primero un descenso y posteriormente una elevada concentración de la cpua en estas mismas profundidades (Fig. 2 y Tabla 2).

Figura 2
Superficie de respuesta de biomasa total (kg·ha^{-1}) por estrato batimétrico y época en la plataforma continental interna de Jalisco y Colima, México

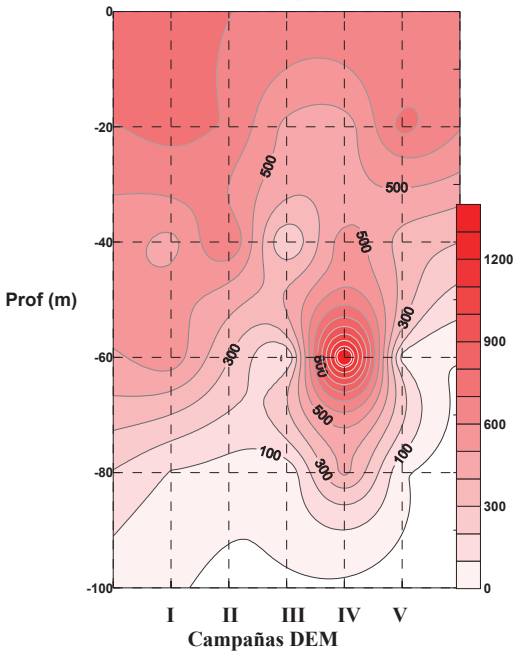


Tabla 1

Inventario de especies de peces demersales (arreglo alfabético) de Jalisco y Colima, clasificadas de acuerdo a su frecuencia de aparición MC= muy común, C= común F= frecuente, R= rara y MR= muy rara

		Campaña/Fecha						
		D-I	*D- II*	*D- III*	*D- IV*	*D- V*	*Categoría*	
Familia	*Género y especie*	*Jun-95*	*Dic-95*	*Mar-96*	*Jun-96*	*Dic-96*	*Ocasional*	*Clasificación*
Achiridae	*Achirus mazatlanus*	R	R		R	R	F	PLANOS
Achiridae	*Achirus scutum*	R	R	R	R		F	PLANOS
Achiridae	*Trinectes fonsecensis*	R	R	R	R		R	PLANOS
Albulidae	*Albula nemoptera*	R			R		MR	COMERCIAL
Antennariidae	*Antennarius avalonis*	R	R	R	R	F	C	OTROS
Apogonidae	*Apogon retrosella*	F	F	R	R		R	OTROS
Ariidae	*Sciadeops troschellii*		R				MR	OTROS
Ariidae	*Ariopsis platypogon*					F	F	OTROS
Atherinopsidae	*Melanorhinus cyanellus*			R			MR	OTROS
Balistidae	*Balistes polylepis*	R	F	R	R	R	MC	COMERCIAL
Balistidae	*Sufflamen verres*		R				MR	OTROS
Batrachoididae	*Porichthys margaritatus*	C	C	C	C		R	OTROS
Bothidae	*Bothus constellatus*	F	F	F	C		F	PLANOS
Bothidae	*Bothus leopardinus*	F	F	C	C		R	PLANOS
Bothidae	*Engyophrys sanctilaurentii*	F	F	F	F	R	C	PLANOS
Bothidae	*Monolene asaedai*		F	R	R	R	F	PLANOS
Bregmacerotidae	*Bregmaceros bathymaster*					R	MR	OTROS
Bregmacerotidae	*Bregmaceros* sp.		R				MR	OTROS
Carangidae	*Caranx caninus*		R				R	COMERCIAL
Carangidae	*Caranx vinctus*				R	R	R	COMERCIAL
Carangidae	*Chloroscombrus orqueta*			R	R	F	C	COMERCIAL
Carangidae	*Decapterus macrosoma*				R		R	COMERCIAL
Carangidae	*Selar crumenophthalmus*	R			R		F	COMERCIAL
Carangidae	*Selene peruviana*				R	R	C	COMERCIAL
Carangidae	*Seriola rivoliana*		R				MR	COMERCIAL
Centropomidae	*Centropomus robalito*				R		F	COMERCIAL
Clupeidae	*Opisthonema libertate*				R	R	C	COMERCIAL
Pristigasteridae	*Pliosteostoma lutipinnis*		R	R	R	R	C	COMERCIAL
Congridae	*Gnathophis cinctus*	R					MR	OTROS
Congridae	*Paraconger californiensis*	R	R	R	R		MR	OTROS
Cynoglossidae	*Symphurus atramentatus*		R	R	R		R	PLANOS
Cynoglossidae	*Symphurus elongatus*		R		R		MR	PLANOS
Cynoglossidae	*Symphurus fasciolaris*		R	R	R		R	PLANOS
Cynoglossidae	*Symphurus prolatinaris*					R	R	PLANOS
Chaetodontidae	*Chaetodon humeralis*	R	R	R	R	R	C	OTROS
Dasyatidae	*Dasyatis dipterura*	R	R		R	R	F	RAYAS
Dasyatidae	*Dasyatis longa*		R	R		R	F	RAYAS
Diodontidae	*Chilomycterus reticulatus*	R		R	R		R	OTROS
Diodontidae	*Diodon holocanthus*	R	R	R	F		R	OTROS
Diodontidae	*Diodon hystrix*	F	F	R	F		R	OTROS
Engraulidae	*Anchoa walkeri*		R				F	COMERCIAL
Engraulidae	*Anchovia macrolepidota*		R				F	COMERCIAL
Ephippidae	*Chaetodipterus zonatus*		R		R	R	F	OTROS
Ephippidae	*Parapsettus panamensis*	R	R				MR	OTROS
Fistulariidae	*Fistularia commersonii*	R		R	R		MR	OTROS
Gerreidae	*Diapterus aureolus*					R	C	COMERCIAL
Gerreidae	*Diapterus peruvianus*					F	C	COMERCIAL
Gerreidae	*Eucinostomus currani*	R	R	R	R	R	MC	COMERCIAL
Gerreidae	*Eucinostomus entomelas*					F	R	COMERCIAL
Gerreidae	*Eucinostomus gracilis*	R			R		F	COMERCIAL
Gerreidae	*Gerres cinereus*	R					MR	COMERCIAL
Gobiidae	*Bollmannia* sp.	R	R	R	R	R	R	OTROS
Gymnuridae	*Gymnura marmorata*	R	R		R		R	RAYAS
Haemulidae	*Anisotremus dovii*		R				MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Conodon serrifer*					R	R	SIA-HAE
Haemulidae	*Haemulon maculicauda*	R	R	R	F		MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Haemulon scudderii*	R	R				MR	SIA-HAE

		Campaña/Fecha						
		D-I	D- II	D- III	D- IV	D- V	Categoría	
Familia	Género y especie	Jun-95	Dic-95	Mar-96	Jun-96	Dic-96	Ocasional	Clasificación
Haemulidae	*Haemulopsis axillaris*	R	R	R	R	F	MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Haemulopsis leuciscus*		R			F	MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Microlepidotus brevipinnis*	F			R		MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Microlepidotus inornatus*		R		F		MR	SIA-HAE
Haemulidae	*Xenichthys xanti*	F	R		R		R	SIA-HAE
Haemulidae	*Xenistius californiensis*	R	R	R	R		R	SIA-HAE
Holocentridae	*Myripristis leiognathus*	R			R		MR	OTROS
Holocentridae	*Sargocentron suborbitalis*				R		MR	OTROS
Lophiidae	*Lophiodes caulinaris*	F	F	R	R	R	MC	OTROS
Lophiidae	*Lophiodes* sp.	R		R			R	OTROS
Lutjanidae	*Lutjanus guttatus*	R	R	R	F		MC	COMERCIAL
Lutjanidae	*Lutjanus novemfasciatus*				R		MR	COMERCIAL
Lutjanidae	*Lutjanus peru*	F	F	R	F	R	C	COMERCIAL
Lutjanidae	*Hoplopagrus guentherii*	R					MR	COMERCIAL
Malacanthidae	*Caulolatilus affinis*			R	R	R	R	OTROS
Monacanthidae	*Aluterus monoceros*			R			MR	OTROS
Monacanthidae	*Aluterus scriptus*	R	R				R	OTROS
Mugilidae	*Mugil curema*		R				R	COMERCIAL
Mullidae	*Mulloidichthys dentatus*	R	R	R			MR	OTROS
Mullidae	*Pseudupeneus grandisquamis*	R	R	R	F	F	MC	OTROS
Muraenidae	*Gymnothorax equatorialis*	F	F	R	F	R	C	OTROS
Narcinidae	*Diplobatis ommata*	F	R	R	F		R	RAYAS
Narcinidae	*Narcine entemedor*	C	C	R	F		F	RAYAS
Narcinidae	*Narcine vermiculatus*	R	F	R	F		F	RAYAS
Nettastomatidae	*Hoplunnis pacifica*			R			R	OTROS
Ogcocephalidae	*Zalieutes elater*	R	R	R	R	R	C	OTROS
Ophichthidae	*Echiophis brunneus*	R		R			MR	OTROS
Ophichthidae	*Myrichthys tigrinus*		R		R		MR	OTROS
Ophichthidae	*Myrophis vafer*	R					MR	OTROS
Ophichthidae	*Ophichthus triserialis*	R					MR	OTROS
Ophichthidae	*Ophichthus zophochir*	R					F	OTROS
Ophidiidae	*Brotula clarkae*			R		R	F	OTROS
Ophidiidae	*Lepophidium prorates*	F	R	R	R	R	C	OTROS
Ophidiidae	*Ophidion galeoides*	R	R	R	R		MR	OTROS
Ophidiidae	*Ophidion* sp.	R	F	F	F		MR	OTROS
Paralichthyidae	*Ancylopsetta dendritica*	R	R	R	R		F	PLANOS
Paralichthyidae	*Citharichthys xanthostigma*	C					MR	PLANOS
Paralichthyidae	*Citharichthys gilberti*	F	R		R		F	PLANOS
Paralichthyidae	*Citharichthys platophrys*		R	R	R	R	C	PLANOS
Paralichthyidae	*Citharichthys spilopterus*	F					MR	PLANOS
Paralichthyidae	*Cyclopsetta panamensis*	R	F	R	F		C	PLANOS
Paralichthyidae	*Cyclopsetta querna*	R	C	F	F	R	MC	PLANOS
Paralichthyidae	*Etropus crossotus*				R	R	R	PLANOS
Paralichthyidae	*Hippoglossina bollmani*					R	MR	PLANOS
Paralichthyidae	*Hippoglossina tetrophthalma*					R	R	PLANOS
Paralichthyidae	*Paralichthys woolmani*	R	F	R	F	R	F	PLANOS
Paralichthyidae	*Syacium latifrons*		C	C	C	R	C	PLANOS
Paralichthyidae	*Syacium longidorsale*			R			MR	PLANOS
Paralichthyidae	*Syacium ovale*	F	C	F	F	F	C	PLANOS
Polynemidae	*Polydactylus approximans*	F	R	R	F	R	MC	COMERCIAL
Polynemidae	*Polydactylus opercularis*	R					C	COMERCIAL
Pomacentridae	*Chromis atrilobata*	R					MR	OTROS
Priacanthidae	*Pristigenys serrula*	R	F	R	R		C	COMERCIAL
Rajidae	*Raja equatorialis*			R	R		MR	RAYAS
Rajidae	*Raja inornata*	R	R				MR	RAYAS
Rhinobatidae	*Rhinobatos glaucostigma*	R	R	R	F	F	C	RAYAS
Rhinobatidae	*Zapteryx exasperata*	F	R	R	F	R	R	RAYAS
Sciaenidae	*Cynoscion nannus*	C		F		F	R	SIA-HAE
Sciaenidae	*Cynoscion phoxocephalus*	R			F		MR	SIA-HAE
Sciaenidae	*Cynoscion reticulatus*					R	F	SIA-HAE
Sciaenidae	*Larimus acclivis*	R				F	C	SIA-HAE
Sciaenidae	*Menticirrhus elongatus*					R	R	SIA-HAE

		Campaña/Fecha						
		D-I	D- II	D- III	D- IV	D- V	Categoría	
Familia	Género y especie	Jun-95	Dic-95	Mar-96	Jun-96	Dic-96	Ocasional	Clasificación
Sciaenidae	*Ophioscion scierus*				R		R	SIA-HAE
Sciaenidae	*Ophioscion strabo*		R	R	R		R	SIA-HAE
Sciaenidae	*Umbrina xanti*	R	R		R	R	F	SIA-HAE
Scorpaenidae	*Pontinus sierra*		F	R	R		R	OTROS
Scorpaenidae	*Scorpaena mystes*	R	R	R	R		R	COMERCIAL
Scorpaenidae	*Scorpaena russula*		F	R	F		C	OTROS
Scorpaenidae	*Sebastes* sp.		R				MR	OTROS
Serranidae	*Alphestes multiguttatus*	R	R				R	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Dermatolepis dermatolepis*		R	R			MR	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum eumelum*	F		R	R		R	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum euryplectrum*	F	R	F	F	R	MC	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum labarum*	F	R	R	F	R	C	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum macropoma*			R			C	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum pacificum*	R	R			R	MC	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Diplectrum rostrum*	F	F	R	F		R	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Epinephelus acanthistius*			R			R	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Epinephelus analogus*	R	R	R	R		C	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Epinephelus labriformis*		R		R		MR	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Epinephelus niphobles*		R	R	R		MR	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Paralabrax loro*		R	R		R	F	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Rypticus nigripinnis*	R			R		R	SERRÁNIDOS
Serranidae	*Serranus psittacinus*			R			MR	SERRÁNIDOS
Sparidae	*Calamus brachysomus*				R		MR	COMERCIAL
Syngnathidae	*Hippocampus ingens*	F	R	R	R	R	F	OTROS
Synodontidae	*Synodus evermanni*		R	R	R	F	C	OTROS
Synodontidae	*Synodus lacertinus*	R	R		R		F	COMERCIAL
Synodontidae	*Synodus scituliceps*	F	R	R	R	R	MC	COMERCIAL
Synodontidae	*Synodus sechurae*	F	R	R	F		R	COMERCIAL
Tetraodontidae	*Lagocephalus lagocephalus*		R				MR	OTROS
Tetraodontidae	*Sphoeroides annulatus*		R		R	R	C	COMERCIAL
Tetraodontidae	*Sphoeroides lobatus*	R	F	R	F	F	MC	OTROS
Tetraodontidae	*Sphoeroides sechurae*		R	R	F	R	R	OTROS
Triglidae	*Bellator gymnostethus*		R			R	F	OTROS
Triglidae	*Bellator loxias*			R	R	R	F	OTROS
Triglidae	*Bellator xenisma*	R	R	R	R		C	OTROS
Triglidae	*Prionotus albirostris*		R			R	F	OTROS
Triglidae	*Prionotus ruscarius*	R	F	R	F	R	MC	COMERCIAL
Triglidae	*Prionotus stephanophrys*	C	F	R	F	R	MC	OTROS
Urolophidae	*Urobatis halleri*	R	R	R	F	R	R	RAYAS
Urolophidae	*Urobatis concentricus*		F		R		MR	RAYAS
Urolophidae	*Urotrygon munda*	F	F	R	F	F	R	RAYAS
Urolophidae	*Urotrygon rogersi*	F	F		F		MR	RAYAS

Tabla 2

Captura por unidad de área (CPUA; kg·ha^{-1}). Captura acumulada total de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Estratos/Campañas (superior) y Sitios/Campañas (inferior)

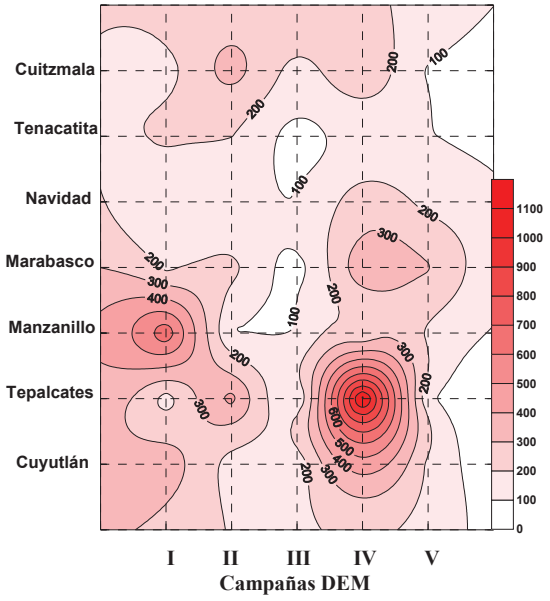
	Estratos Batimétricos			
Campañas	20 m	40 m	60 m	80 m
DEM I	734.91	464.72	565.47	93.52
DEM II	689.37	716.86	307.58	62.88
DEM III	473.28	183.80	74.29	17.19
DEM IV	444.98	555.43	1432.15	428.53
DEM V	732.72	355.34	53.42	14.65

	Sitios						
Campañas	Cuitzmala	Tenacatita	Navidad	Marabasco	Manzanillo	Tepalcates	Cuyutlán
DEM I	165.9	216.3	111.2	177.5	670.5	158.4	358.8
DEM II	344.3	202.3	133.9	229.0	96.6	430.0	160.1
DEM III	166.2	51.7	102.5	69.0	106.9	108.5	143.9
DEM IV	296.5	124.6	259.3	375.1	211.5	1133.9	460.2
DEM V	90.4	103.7	168.9	306.7	185.9	119.2	181.3

Distribución de la CPUA de peces demersales por transectos y por campaña

En el primer muestreo la biomasa fue elevada en Manzanillo (700-600 kg·ha^{-1}), Colima, mientras que en el resto del área de estudio fue menos variable. En la segunda campaña la biomasa fue más homogénea y los puntos de concentración fueron Tepalcates en Colima y Cuitzmala en Jalisco. En la tercera la biomasa fue significativamente menor y en algunos lugares fue escasa, como ocurrió frente a la desembocadura del río Marabasco y en Tenacatita. En la cuarta campaña la biomasa enfrente de Cuyutlán y Tepalcates aumentó con respecto al muestreo anterior, mientras que en los otros sitios los cambios fueron pequeños. En la quinta campaña la distribución de la biomasa fue similar a la del tercer periodo de muestreo (Fig. 3 y Tabla 2).

Figura 3
Superficie de respuesta de biomasa total (kg·ha^{-1}) por transecto y época en la plataforma continental interna de Jalisco y Colima, México

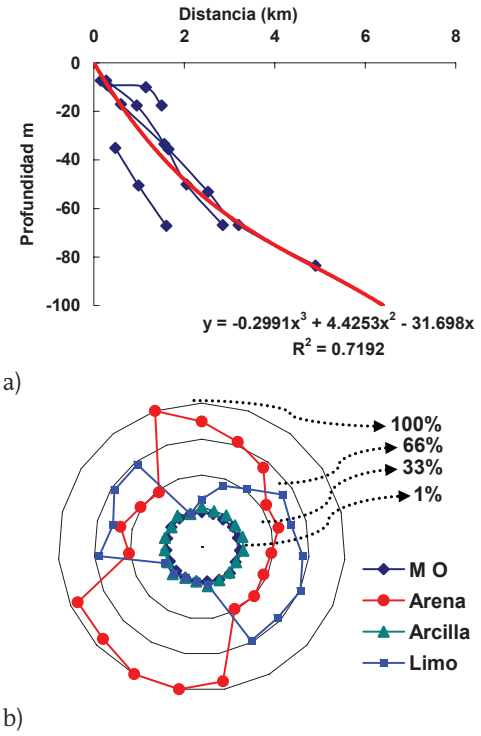


Variación en el tiempo en la proporción de los grupos de peces en la captura

Los resultados anteriores son evidencias de que toda comunidad biológica es dinámica y responde a los cambios ambientales. Los peces, como individuos, tienen respuestas conductuales ante las modificaciones en las condiciones del hábitat, que se manifiestan mediante variaciones en la abundancia y la composición específica de las capturas, por tanto, la distribución de las asociaciones de peces también cambia en los sitios muestreados, como se describe a continuación.

Desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco. Por su proximidad con Punta Teopa, este sitio está expuesto a la energía de las corrientes, las mareas y el oleaje, con sedimentos preponderantemente limo-arenosos, con alto contenido de materia orgánica producto de la descarga del río (Fig. 4).

Figura 4



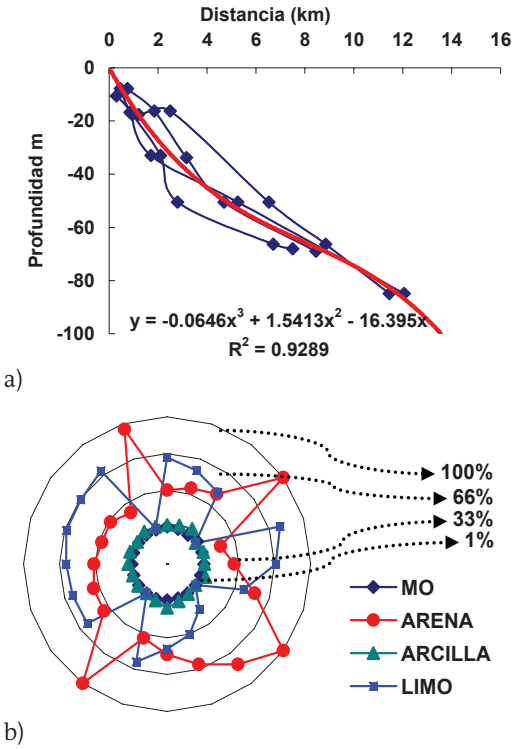
a) Perfil batimétrico y polinomio de su mejor ajuste y b) Proporciones de arena, limo arcilla y materia orgánica (MO) en los sedimentos frente a la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco

Los grupos dominantes en biomasa durante la primera campaña DEM I fueron los peces planos y las rayas (35.7 y 34.6% respectivamente, véase la Tabla 3). Sin embargo, durante la DEM II la biomasa de las rayas dominó la captura porque representaron casi 50% del total, mientras que la de los peces planos descendió considerablemente (a 26%) y la de los siánidos-hemúlidos correspondió a 12%, aproximadamente. Posteriormente, en la DEM III, los siánidos-hemúlidos aportaron menos de 1%, y el grupo de los otros, la mayor parte de la biomasa (56.1%); las rayas desaparecieron y los planos se mantuvieron arriba de 25% (34.5%). En la DEM IV las rayas reaparecieron como dominantes (42%) junto con los planos (32.3%), mientras que el grupo de otros disminuyó.

La campaña DEM V fue similar a la anterior, ya que las rayas, los planos y el grupo otros aportaron la mayor parte de la biomasa, mientras que los demás grupos permanecieron constantes (Tabla 3).

Bahía de Tenacatita, Jalisco. Es un sitio semiprotegido de la energía de las corrientes, mareas y oleaje, que presenta un perfil con menor pendiente que el de Cuitzmala. Los sedimentos son limo-arenosos con concentraciones moderadas de materia orgánica (Fig. 5). En la *tabla 3* se observa que durante la DEM I, la mayor parte de la biomasa correspondió al grupo otros (39.6%), seguido de los planos (27%) y las rayas (15.1%). En la segunda campaña, DEM II, las rayas dominaron en la biomasa con cerca de 50% y desplazaron al grupo de los otros y a los planos, ya que estos representaron 31 y 16.3%, respectivamente. En la DEM III, los planos aportaron 64%, seguido del grupo otros (22.7%) y las rayas (11.1%). En las campañas IV y V se presentó mayor condición de equidad en las biomasas, ya que variaron entre 13% y 30% en los grupos dominantes: rayas, planos, comerciales y otros; y de 0.1% a 4% en los siánidos-hemúlidos y serránidos, en ese orden.

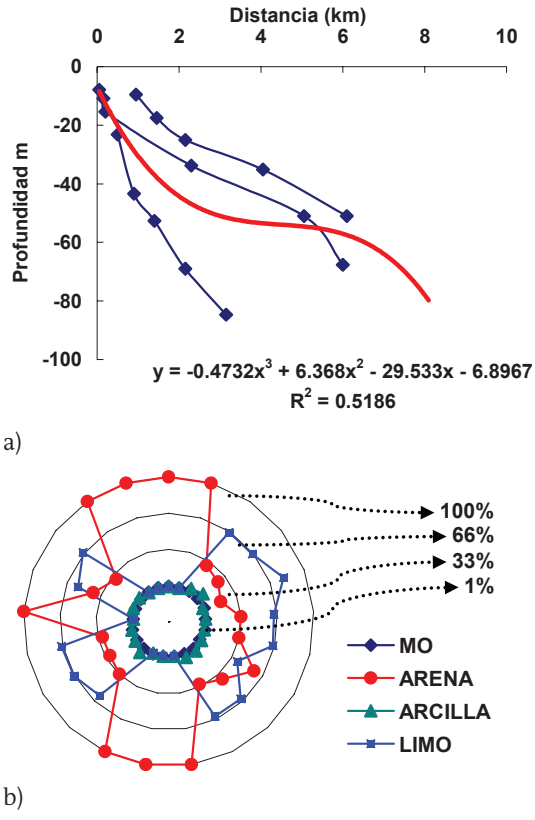
Figura 5



a) Perfil batimétrico y polinomio de su mejor ajuste y b) Proporciones de arena, limo arcilla y materia orgánica (MO) en los sedimentos en la bahía de Tenacatita, Jalisco.

Bahía de Navidad, Jalisco. Es un lugar más protegido, con un perfil curvado y de menor pendiente que el de las dos localidades anteriores. Los sedimentos son limo-arenosos y areno-limosos con cantidades variables de materia orgánica, según la zona (Fig. 6). Durante la DEM I (Tabla 3) la biomasa estuvo repartida equitativamente entre el grupo de otros, el de planos y el de rayas, con 28.6%, 28.3% y 24.4%. En la DEM II la biomasa de otros descendió a 5.7%, mientras las de rayas, planos y comerciales aumentaron a 40.9%, 30.7% y 15.7%, respectivamente. En la DEM III disminuyeron las rayas y los comerciales a 31% y 8% y se incrementaron los planos y otros a 34.1% y 24.6%. En el DEM IV, las rayas se mantuvieron en 31.6%, mientras que la biomasa de los planos alcanzó 40.7% y los demás grupos presentaron pocos cambios. En el DEM V aumentaron los comerciales y serránidos significativamente a 12.7 y 21%, mientras que los planos descendieron a 10.5% y las rayas conservaron su proporción.

Figura 6



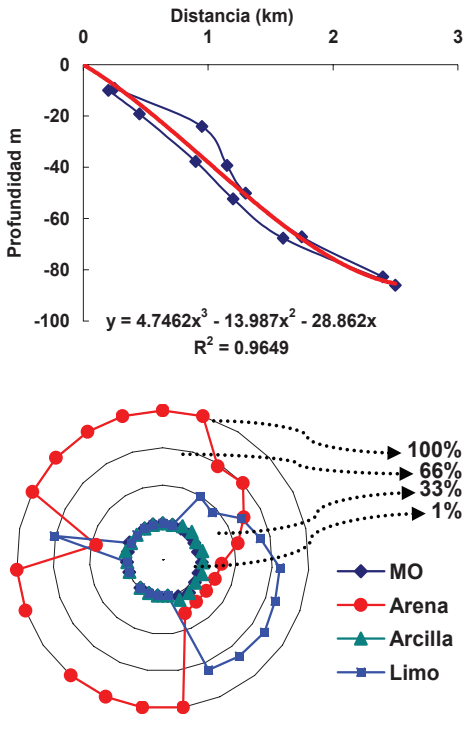
a) Perfil batimétrico y polinomio de su mejor ajuste y b) Proporciones de arena, limo arcilla y materia orgánica (MO) en los sedimentos en la bahía de Navidad, Jalisco.

Tabla 3
Composición (%) de los grupos en la captura (kg·ha^{-1}) frente a cada área, para cada campaña DEM

GRUPOS	DEM I	DEM II	DEM III	DEM IV	DEM V
		CUITZMALA			
PLANOS	35.66	26.06	34.45	32.25	27.94
COMER	9.80	1.20	6.54	5.48	7.48
OTROS	16.21	10.62	56.11	13.87	28.71
RAYAS	34.63	49.82	0.00	42.00	27.09
SERRA	3.03	0.39	2.88	4.33	5.75
SIA-HAE	0.66	11.91	0.02	2.08	3.04
		TENACATITA			
PLANOS	26.95	16.29	64.03	30.65	19.43
COMER	7.38	1.86	1.04	13.76	24.56
OTROS	39.56	30.95	22.72	23.52	23.29
RAYAS	15.08	49.17	11.11	21.07	28.67
SERRA	1.43	0.06	1.09	5.01	3.94
SIA-HAE	9.59	1.67	0.01	6.00	0.11
		NAVIDAD			
PLANOS	28.25	30.72	34.11	40.73	10.53
COMER	12.71	15.70	8.03	6.45	12.66
OTROS	28.65	5.73	24.57	14.08	22.71
RAYAS	24.44	40.93	31.00	31.56	30.37
SERRA	2.66	3.08	2.06	3.87	21.03
SIA-HAE	3.29	3.85	0.23	3.31	2.70
		MARABASCO			
PLANOS	38.52	14.64	32.94	1.59	6.28
COMER	6.34	2.63	4.93	1.82	2.73
OTROS	34.24	23.09	30.55	47.06	15.41
RAYAS	14.71	35.45	24.83	35.38	34.20
SERRA	3.31	0.53	5.98	10.54	41.01
SIA-HAE	2.88	23.66	0.78	3.61	0.38
		MANZANILLO			
PLANOS	10.93	30.87	29.30	0.24	4.42
COMER	1.17	8.70	25.96	10.25	4.12
OTROS	23.51	35.79	23.41	41.31	38.35
RAYAS	64.21	19.92	15.29	42.55	50.11
SERRA	0.07	2.44	1.11	0.76	2.85
SIA-HAE	0.11	2.28	4.92	4.88	0.16
		TEPALCATES			
PLANOS	29.92	3.51	48.34	16.95	6.81
COMER	4.11	0.16	0.57	8.97	0.00
OTROS	21.53	7.87	33.22	14.62	55.01
RAYAS	38.59	73.32	9.67	59.33	32.75
SERRA	4.03	1.89	8.21	0.00	2.78
SIA-HAE	1.83	13.26	0.00	0.12	2.65
		CUYUTLAN			
PLANOS	19.40	4.06	29.53	30.76	3.92
COMER	1.68	0.74	0.91	1.97	1.98
OTROS	16.17	16.95	25.97	12.00	65.53
RAYAS	57.88	73.55	32.14	12.23	23.94
SERRA	4.12	1.75	11.45	5.57	3.08
SIA-HAE	0.75	2.95	0.00	37.46	1.56

Desembocadura del río Marabasco, Jalisco-Colima. Se caracteriza por estar expuesta a la alta energía de las corrientes, mareas y oleaje. Su perfil presenta una pendiente muy pronunciada y aunque se esperarían altas concentraciones de materia orgánica en los sedimentos por su proximidad a la zona de descarga del río Marabasco, el sustrato es arenoso con escasa materia orgánica (Fig. 7). Al inicio del estudio, durante la DEM I (Tabla 3), los planos dominaron la biomasa, con un porcentaje de 38.5%, seguidos de los otros y las rayas con 34.2% y 14.7%, respectivamente. En la DEM II los grupos de los planos y los otros descendieron a 14.6% y 23.1%, mientras que las rayas y los siánidos-hemúlidos, aumentaron su proporción significativamente a 35.4 y 23.7%. En la DEM III los siánidos-hemúlidos disminuyeron de forma importante hasta menos de 1%; los planos y otros presentaron incrementos a 32.9% y 30.5%, mientras que las rayas descendieron a 24.8%. En la DEM IV las rayas y los otros recuperaron su proporción de biomasa a 35.4 y 47.1%, en ese orden, mientras que los planos descendieron drásticamente. En el último periodo de la DEM V, las proporciones cambiaron notoriamente, ya que dominó el grupo de siánidos-hemúlidos con 41 por ciento (Tabla 3).

Figura 7



a) Perfil batimétrico y polinomio de su mejor ajuste y b) Proporciones de arena, limo arcilla y materia orgánica (MO) en los sedimentos frente a la desembocadura del río Marabasco, Jalisco-Colima.

Bahía de Manzanillo, Colima. Durante la DEM I el grupo dominante en la biomasa fue el de las rayas con 64.2%, mientras que los otros y los peces planos representaron 23.5% y 10.9%, respectivamente (Tabla 3). En la DEM II descendió la biomasa de las rayas significativamente, mientras que los planos y los otros aumentaron a 30.9% y 35.8%. En la DEM III las rayas descendieron a 15.3%, mientras que se incrementaron los comerciales (26%), planos (29.3%) y otros (23.4%). En la DEM IV las rayas y los otros aumentaron y los demás grupos presentaron poca variación. Durante DEM V sólo las rayas y los otros mostraron un incremento significativo (Tabla 3).

Área ubicada frente al canal de Tepalcates (termoeléctrica), Colima. Durante la DEM I (Tabla 3) la biomasa dominante fue la de las rayas con 38.6%, mientras que la de los planos y de otros representó 29.9% y 21.5%, respectivamente. En la DEM II aumentó la biomasa de rayas y siánidos-hemúlidos a 73.3% y 13.3%; mientras la de los grupos de peces planos y de otros disminuyó a 3.4% y 7.9%. En la DEM III descendió la de las rayas a 9.7%, mientras que hubo incremento en la de los planos (48.3%) y la de otros (33.2%). En DEM IV las rayas dominaron en cuanto a la biomasa debido a la presencia de *Dasyatis brevis* en el estrato de 60 m, mientras que la de los planos descendió a 17% y la de los otros a 14.6%; los demás grupos presentaron poca variación. En el DEM V, aumentó la biomasa del grupo otros significativamente a 55% y la de las rayas se mantuvo en 32.8%, mientras que la de los demás grupos descendió de manera notoria (Tabla 3).

Área ubicada frente a Cuyutlán, Colima. En la DEM I (Tabla 3) la biomasa dominante fue aportada por las rayas con 57.9%, mientras que la de los planos y la de los otros representaron 19.4% y 16.2%, en ese orden. En la DEM II la biomasa de las rayas llegó a 73.5%, mientras que la de los planos disminuyó significativamente a 4.1% y la de otros se mantuvo. En la DEM III la proporción de la biomasa aportada por las rayas descendió a 32.1% y se incrementó la de los planos, los otros y los serránidos. En la DEM IV, rayas y otros disminuyeron de forma importante, mientras que planos y siánidos-hemúlidos aumentaron su representación en biomasa a 30.8% y 37.5%, respectivamente; los demás grupos presentaron poca variación. En el DEM V el grupo dominante correspondió a otros (65.5%), y el de rayas llegó a 23.9%, mientras que la biomasa de los demás grupos fue pequeña (Tabla 3).

Discusión y conclusiones

La elevada eficiencia de las artes utilizadas. Así como de las estrategias y maniobras de pesca realizadas durante el muestreo, se reflejó en la riqueza específica y la abundancia de la captura (161 especies y 7.25 t), que fue similar a la reportada en estudios de este tipo realizados en ésta y otras áreas del Pacífico mexicano (Acal y Arias, 1990; Bianchi, 1991; Amezcua-Linares, 1996; Tapia-García, 1998, Mariscal-Romero, 2002a). Considerando la limitada superficie de fondos blandos adecuados para efectuar maniobras de arrastre, se estima que el esfuerzo de pesca fue aplicado sobre una fracción que representa entre 60% y 70% de los fondos suaves de ambos estados.

En la sección Jalisco del área de estudio predominaron los fondos limos-arenosos y areno-limosos con pobres cantidades de materia orgánica, cuya distribución se relacionó con el grado de exposición a las corrientes, al oleaje y a las mareas. Las cantidades de cuarzo y de elementos biogénicos presentes en los sedimentos se relacionan con el tamaño del grano de las arenas y guardan una relación de distribución inversamente proporcional con la profundidad (Carranza-Edwards *et al*., 1998); por otro lado, la hidrodinámica de las bahías es menor que la de las zonas expuestas, motivo por el que la composición de los sedimentos es más heterogénea. Las características de los tipos de sustrato encontrados, en conjunto con la estructura térmica de la columna de agua (termoclina) y la dinámica de la capa de oxígeno mínimo (Mariscal-Romero, 2002a), probablemente determinan los movimientos de agregación y dispersión de las poblaciones demersales.

El patrón batimétrico de la distribución de la biomasa fue similar al reportado en otras áreas del Pacífico mexicano (van der Heiden, 1985; Acal y Arias, 1990, Bianchi, 1991, Tapia-Garcia, 1998, Amezcua-Linares, 1996), donde se señala la dinámica de la termoclina como factor de segregación-concentración de la abundancia y, por tanto, de la biomasa. A pesar de la distribución heterogénea de los grupos, debido a lo diverso de sus hábitos ecológicos, se distinguen tres estructuras: someras, intermedias y profundas, todas ellas dominadas por especies de mayor afinidad demersal y bentónica; la mayoría de las cuales es de talla pequeña como resultado del efecto de perturbación (hipoxia recurrente) que prevalece en la zona (Mariscal-Romero, 2002b) y son de poco o nulo valor comercial por uso directo.

La biomasa de las estructuras someras está dominada por las rayas *Urotrygon*, los peces planos *Syacium, Citharichthys y Bothus,* y el grupo de los otros (como *Diodon hystrix*), mientras que en los ambientes intermedios y profundos, a la profundidad de la termoclina y por debajo de la misma, dominan los grupos de los otros (*Porichthys*), los siánidos-hemúlidos (*Cynoscion*) y los serránidos (*Diplectrum*), aunque también hay peces planos (*Monolene y Bothus*).

De manera general, puede afirmarse que las mayores concentraciones de biomasa de peces durante los dos años que comprendió el periodo de muestreo, se observaron durante las campañas DEM I (mayo-junio de 1995) y IV (junio-julio de 1996) efectuadas durante la fase ambiental cálida. Por otro lado, cantidades más pequeñas de biomasa se encontraron durante las DEM III y V, realizadas en marzo y noviembre de 1996 durante la etapa ambiental fría. Es probable que el incremento significativo de la biomasa sea una consecuencia de que durante los meses cálidos las condiciones propician el reclutamiento (Van der Veer, 1986), mientras que cuando el ambiente es desfavorable, las especies menos tolerantes a este estrés presentan movimientos masivos, que se traducen en desplazamientos entre sitios (corrimientos) y estratos batimétricos, lo que modifica la composición específica de los grupos de peces demersales (Safran, 1990; Pihl *et al*., 1991; Bianchi, 1991; Mariscal-Romero, 2002a).

Las especies someras más sensibles al cambio ambiental generado por la Corriente de California son las rayas *Urotrygon* y *Diodon hystrix*, cuyos movimientos de las zonas expuestas y arenosas hacia las áreas protegidas de fondos más areno-limosos y lagunas costeras, durante esa época, liberan el espacio dominado por su biomasa en estos sitios y es ocupado casi inmediatamente por peces planos como *Paralichthys*, *Syacium* y *Citharichthys*, mientras otros como *Monolene*, *Bothus*, *Cynoscion*, *Porichthys* y *Scorpaena* emergen de los fondos intermedios y profundos al ampliarse la condición favorable de su microhábitat.

De acuerdo con Odum (1969), cuando un sistema ha pasado por la sucesión ecológica alcanza un estado de madurez y estabilidad. Esta generalización implica que todas las comunidades biológicas poseen determinado grado de resistencia y elasticidad, y que del grado de adaptación de las especies que la componen dependerá su persistencia en el tiempo geológico. La resistencia, una cualidad de los sistemas naturales, es la oposición al cambio por efecto de una perturbación natural o inducida, mientras que la elasticidad es aquélla para retornar al estado "original" (antes de la perturbación), por lo que una comunidad más madura será más robusta, poco susceptible a las perturbaciones y con alta elasticidad. Conforme estas premisas, se asume que la variación en la diversidad, la producción y la biomasa son reguladas por la variabilidad ambiental, por lo que todas estas fuerzas, de manera aleatoria, han modelado las historias de vida de los peces que habitan los fondos blandos en la pla-

taforma continental de Jalisco y Colima, un área que posee alta diversidad, y aunque es inconveniente para la pesca de arrastre, sostiene pesquerías artesanales importantes para la economía local.

Referencias bibliográficas

Acal, D.E. y A. Arias. 1990. Evaluación de los recursos demersopelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas,* 16(3): 93-129.

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Primavera de 1995. *Ciencias Marinas,* 22(4): 469-481.

Amezcua-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. conabio, icmyl, unam, 184p.

Badan, A. 1997. La corriente costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M.F. Lavín (Ed). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México.* Monografía *3*, Unión Geofísica Mexicana. pp. 99-112.

Bandy, W., V. Kostogladov, A. Hurtado-Díaz y M. Mena. 1999. Structure of the southern Jalisco subduction zone, Mexico, as inferred from gravity and seismicity. *Geofísica Internacional*, 38(3): 127-136.

Baumgartner, T.R. y J. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to large scale interannual climatic variability. *J. Mar. Res*., 43: 825-848.

Bianchi, G. 1991. Demersal assemblages off the continental shelf and slope edge between the Gulf of Tehuantepec (Mexico) and the Gulf of Papagayo (Costa Rica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 73: 121-140.

Caddy, J.F. y G.D. Sharp. 1988. *Un marco ecológico para la investigación pesquera.* FAO, Doc. Tec. Pesca 283, Roma. 155p.

Carranza-Edwards, A., E. Morales de la Garza y L. Rosales-Hoz. 1998. Tectónica, sedimentología y geoquímica. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*. uam-Iztapalapa, México. pp. 1-12.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. conabio, inp, México. 106p.

Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. inp-sagarpa, México. 145p.

Legendre, P. y L. Legendre. 1998. *Numerical ecology: developments in environmental modeling.* Elsevier Science, Amsterdam. 853p.

Longhurst, A. 1998. *Ecological geography of the sea*. Academic Press, New York, 398p.

Mariscal-Romero, J. 2002a. *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis doctoral. Posgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias, UdeC, Tecomán. 111p.

Mariscal-Romero, J. 2002b. Variabilidad espacio temporal de la estructura de las asociaciones de peces demersales de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.,* 36(1): 1-24.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-Palomino, G. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo-Huízar, S. Ruiz-Ramírez y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima. Primavera 1995. *Ciencias Marinas*, 24(1): 35-54.

Monreal-Gómez, M.A. y D.A. Salas de León. 1998. Dinámica y estructura termohalina. En*:* M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El Ecosistema y sus Recursos*. uam-Iztapalapa, México. pp. 13-26.

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science,* 164: 262-270.

Pihl, L.S., P. Baden y R.J. Diaz. 1991. Effect of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and crustaceans. *Mar. Biol*., 108: 349-360.

Safran, P. 1990. Spatial temporal variability in the structure of a necto-benthic fish nursery: A descriptive study. *Oceanologica Acta,* 13(1): 97-106.

Secretaría de Marina. 1987. *Atlas/Memoria del levantamiento geofísico de la Zona Económica Exclusiva y margen continental oeste de México: gravedad, magnetismo, batimetría.* Dirección General de Oceanografía Naval. Secretaría de Marina, México. 65p.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. *Biometry: the principles and practice of statistic in biological research*. W. H. Freeman and Co, usa. 766p.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales.* Parte 1. Doc. Tec. de Pesca 306/1: fao, Roma. 420p.

StatSoft, Inc. 1995. *Statistica for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., WEB: *http://www.statsoft.com*

Tapia-Garcia, M. 1998. Evaluación ecológica de la ictiofauna demersal. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El Ecosistema y sus Recursos.* uam-i, México. pp. 129-148.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En*:* A. Yáñez-Arancibia (ed). *Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón*. Prog. Universitario de Alimentos. unam-icmyl, inp, México. pp. 149-199.

Van der Veer, H.W. 1986. Inmigration settlement and density-dependent mortality of a larval and early postlarval 0-group plaice (*Pleuronectes platesa*) population in western Waden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser*., 29(2): 223-236.

Wyrtki, K. 1965. Surface currents of Eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna Commission*, 9(5): 271-303.

Anexo 1

Datos de colecta de peces demersales peso fresco total (gramos) y número total de individuos por crucero

DEM I			*DEM II*			*DEM III*			*DEM IV*			*DEM V*		
Especie	*Peso*	*Número*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*
Porichthys margaritatus	63071.2	5966	*Cynoscion nannus*	157288.27	8713	*Porichthys margaritatus*	143778.2	13909	*Porichthys margaritatus*	57325.35	6112	*Porichthys margaritatus*	117045.32	62828
Syacium ovale	102938.7	5932	*Porichthys margaritatus*	34260.76	6994	*Syacium latifrons*	126142.62	5246	*Syacium latifrons*	168639.52	5838	*Cynoscion nannus*	141442.59	6751
Syacium latifrons	164067.1	5708	*Syacium ovale*	60449.82	2975	*Cynoscion nannus*	136207.9	4874	*Sphoeroides sechurae*	79983.16	4471	*Syacium latifrons*	46192.62	1520
Bothus leopardinus	12173.2	1902	*Syacium latifrons*	32951.09	1679	*Bothus sp.*	26688.1	4386	*Bothus sp.*	44221.60	4160	*Prionotus stephanophrys*	18243.59	1131
Diplectrum euryplectrum	18772.9	1276	*Urotrygon munda*	325017.21	964	*Bothus leopardinus*	21838.22	4212	*Bothus leopardinus*	37195.20	3774	*Syacium longidorsale*	9695.89	599
Cyclopsetta querna	96214.8	1204	*Bothus leopardinus*	1832.78	767	*Scorpaena russula*	22474.3	1471	*Syacium ovale*	89655.14	2812	*Urotrygon munda*	102623.39	520
Bothus sp.	11735.2	967	*Engyophrys sanctilaurentii*	4234.72	733	*Syacium ovale*	27655.324	1456	*Cynoscion nannus*	73026.42	2291	*Diplectrum euryplectrum*	8316.34	498
Apogon retrosella	3620.6	958	*Diplectrum euryplectrum*	11538.73	544	*Engyophrys sanctilaurentii*	10789.1	1242	*Monolene asaedai*	6367.21	1548	*Sphoeroides sechurae*	8680.33	454
Urotrygon rogersi	265077.5	891	*Cyclopsetta querna*	75989.59	411	*Diplectrum euryplectrum*	18798.2	679	*Scorpaena russula*	18620.77	1302	*Haemulon maculicauda*	22028.55	336
Scorpaena russula	8174.6	660	*Citharichthys gilberti*	4203.00	407	*Apogon retrosella*	4112.5	659	*Urotrygon munda*	244058.74	1300	*Monolene asaedai*	1125.94	259
Urotrygon munda	253504.3	641	*Scorpaena russula*	5413.25	343	*Monolene asaedai*	1057.4	317	*Diplectrum euryplectrum*	23166.79	1041	*Pontinus sierra*	733.31	234
Engyophrys sanctilaurentii	2373.5	612	*Monolene asaedai*	872.89	318	*Citharichthys platophrys*	1035.3	201	*Prionotus stephanophrys*	7719.67	1037	*Microlepidotus inornatus*	12502.84	201
Cynoscion nannus	11301.8	493	*Diplectrum rostrum*	6116.61	313	*Lutjanus peru*	6542.4	172	*Engyophrys sanctilaurentii*	6862.37	883	*Prionotus ruscarius*	33144.33	180
Haemulopsis axillaris	10614.5	330	*Urotrygon rogersi*	119271.08	285	*Haemulopsis axillaris*	4850	147	*Urotrygon rogersi*	285450.72	630	*Scorpaena russula*	4517.30	158
Pseudupeneus grandisquamis	11091.7	299	*Sphoeroides lobatus*	2370.40	258	*Sphoeroides lobatus*	2644.2	116	*Sphoeroides lobatus*	30156.06	532	*Engyophrys sanctilaurentii*	1684.10	153
Diodon hystrix	230574.0	257	*Bothus sp.*	2524.52	251	*Urotrygon munda*	22353	105	*Microlepidotus inornatus*	14097.98	355	*Bothus leopardinus*	969.83	148
Microlepidotus brevipinnis	8395.3	243	*Narcine vermiculatus*	25765.77	203	*Pontinus sierra*	227.7	97	*Diodon hystrix*	205584.64	246	*Diodon hystrix*	145297.98	136
Prionotus stephanophrys	1309.6	226	*Pontinus sierra*	417.29	189	*Cyclopsetta querna*	8376.6	76	*Pontinus sierra*	1289.13	240	*Ophidion sp.*	944.51	119
Bollmannia sp.	1021.1	175	*Bellator xenisma*	1225.07	187	*Pseudupeneus grandisquamis*	2708.2	71	*Citharichthys platophrys*	949.14	231	*Urotrygon rogersi*	36441.32	96
Lutjanus peru	8476.2	160	*Diodon hystrix*	164313.27	178	*Diplectrum labarum*	3689	68	*Lutjanus peru*	15225.04	213	*Narcine entemedor*	94425.92	80
Ophidion sp.	936.8	159	*Haemulon maculicauda*	6600.56	172	*Urobatis halleri*	39564	58	*Diplectrum rostrum*	6362.44	179	*Sphoeroides annulatus*	14688.26	72
Narcine entemedor	154976.5	147	*Lutjanus peru*	6997.89	141	*Synodus evermanni*	451.3	49	*Ophidion sp.*	1301.28	171	*Haemulopsis axillaris*	3670.00	65
Synodus sechurae	18070.6	139	*Symphurus atramentatus*	163.27	132	*Bollmannia sp.*	238.2	46	*Diplectrum labarum*	5204.01	151	*Narcine vermiculatus*	7976.36	58
Polydactylus approximans	3497.6	122	*Prionotus ruscarius*	12638.98	112	*Prionotus ruscarius*	5438.7	44	*Eucinostomus gracilis*	3289.76	150	*Urobatis concentricus*	2188.60	58
Ophioscion scierus	7585.7	120	*Prionotus stephanophrys*	2773.79	110	*Diplectrum rostrum*	1454.6	44	*Prionotus ruscarius*	7143.60	143	*Gymnothorax equatorialis*	20836.95	54
Diplectrum labarum	4342.3	114	*Urobatis concentricus*	17790.95	109	*Gymnothorax equatorialis*	8752.7	38	*Diplobatis ommata*	9949.78	142	*Eucinostomus currani*	2220.26	53

DEM I			*DEM II*			*DEM III*			*DEM IV*			*DEM V*		
Especie	*Peso*	*Número*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*
Bellator xenisma	596.6	97	*Pristigenys serrula*	1547.68	89	*Bellator loxias*	646.144	38	*Synodus sechurae*	19985.56	132	*Cyclopsetta querna*	8620.30	48
Diplectrum eumelum	3016.6	92	*Gymnothorax equatorialis*	21803.40	85	*Sphoeroides sechurae*	1210.6	37	*Eucinostomus currani*	2652.39	125	*Diodon holocanthus*	28305.33	47
Prionotus ruscarius	7927.0	90	*Narcine entemedor*	97375.36	81	*Zapteryx sp.*	13646.2	33	*Pseudupeneus grandisquamis*	5219.76	120	*Rhinobatos glaucostigma*	31556.40	46
Haemulon maculicauda	3163.7	87	*Balistes polylepis*	569.20	78	*Diplobatis ommata*	2432.4	33	*Narcine vermiculatus*	11224.13	114	*Sphoeroides lobatus*	4046.23	45
Xenichthys xanti	2258.5	85	*Seriola rivoliana*	894.20	76	*Narcine entemedor*	30550	32	*Haemulon maculicauda*	7251.53	106	*Xenichthys xanti*	4318.85	42
Pontinus sierra	774.4	84	*Sphoeroides sechurae*	2480.00	75	*Diplectrum eumelum*	617.6	32	*Gymnothorax equatorialis*	22015.51	97	*Urobatis halleri*	30778.59	41
Diplectrum rostrum	4283.1	84	*Lophiodes caulinaris*	306.15	72	*Bellator xenisma*	276.74	32	*Cyclopsetta querna*	24331.46	87	*Lutjanus peru*	4297.59	41
Narcine vermiculatus	9140.0	76	*Bellator gymnostethus*	419.28	67	*Diplectrum macropoma*	543.2	27	*Urobatis halleri*	75496.32	74	*Zapteryx sp.*	34314.62	39
Lutjanus guttatus	6941.5	76	*Bollmannia sp.*	1257.28	59	*Prionotus stephanophrys*	159.6	27	*Bollmannia sp.*	206.17	73	*Paralichthys woolmani*	25677.13	33
Lophiodes caulinaris	590.6	75	*Haemulopsis leuciscus*	1470.00	50	*Diodon holocanthus*	11802.7	26	*Ophioscion strabo*	3988.88	71	*Synodus sechurae*	5633.12	30
Chaetodon humeralis	399.9	69	*Eucinostomus currani*	1925.50	47	*Xenistius californiensis*	234	22	*Haemulopsis axillaris*	2943.77	64	*Paraconger californiensis*	229.22	29
Rhinobatos glaucostigma	100148.1	68	*Lutjanus guttatus*	5440.00	47	*Ophidion sp*	136.7	20	*Xenichthys xanti*	2740.59	63	*Bothus constellatus*	346.64	29
Gymnothorax equatorialis	15029.0	64	*Trinectes fonsecensis*	1689.80	44	*Synodus sechurae*	2723.6	19	*Narcine entemedor*	54836.55	58	*Trinectes fonsecensis*	1122.47	27
Achirus scutum	1732.6	54	*Cyclopsetta panamensis*	19422.49	43	*Haemulon maculicauda*	435.3	18	*Zapteryx sp.*	30221.67	48	*Polydactylus approximans*	1570.00	24
Lepophidium prorates	3222.4	50	*Mulloidichthys dentatus*	995.64	43	*Syacium longidorsale*	300	18	*Diodon holocanthus*	21763.55	43	*Bellator xenisma*	258.17	23
Raja equatorialis	13875.3	48	*Apogon retrosella*	118.02	41	*Zalieutes elater*	472.504	17	*Apogon retrosella*	254.37	42	*Pseudupeneus grandisquamis*	3044.64	23
Diodon holocanthus	15602.2	46	*Urobatis halleri*	2126.00	35	*Ophidion galeoides*	2612.5	13	*Lutjanus guttatus*	7144.10	41	*Hippocampus ingens*	32.57	22
Zapteryx sp.	34017.7	36	*Zapteryx sp.*	13045.00	34	*Achirus scutum*	671.5	13	*Synodus evermanni*	900.68	40	*Seriola rivoliana*	88.38	21
Bellator loxias	154.4	34	*Ophidion sp.*	119.00	33	*Chaetodon humeralis*	25	12	*Polydactylus approximans*	894.56	34	*Bollmannia sp.*	50.60	21
Synodus scituliceps	5492.5	33	*Paralichthys woolmani*	40548.95	32	*Rhinobatos glaucostigma*	4389.5	11	*Rhinobatos glaucostigma*	22758.80	34	*Diplobatis ommata*	1044.60	20
Sphoeroides lobatus	1161.5	32	*Diodon holocanthus*	15483.60	32	*Brotula clarkae*	509.1	11	*Raja equatorialis*	11525.45	34	*Symphurus atramentatus*	84.66	16
Diplobatis ommata	2675.5	30	*Citharichthys platophrys*	107.03	31	*Synodus scituliceps*	701.5	8	*Trinectes fonsecensis*	838.42	31	*Diplectrum labarum*	658.81	16
Hippocampus ingens	281.7	27	*Prionotus albirostris*	499.13	29	*Cyclopsetta panamensis*	2800	7	*Diplectrum eumelum*	1286.61	30	*Cyclopsetta panamensis*	6073.28	15
Zalieutes elater	91.5	26	*Rhinobatos glaucostigma*	20342.84	28	*Antennarius avalonis*	697.8	7	*Cyclopsetta panamensis*	13453.41	29	*Eucinostomus gracilis*	505.68	14
Trinectes fonsecensis	1054.5	17	*Lepophidium prorates*	1654.87	27	*Narcine vermiculatus*	480.8	7	*Chaetodon humeralis*	189.46	28	*Balistes polylepis*	70.60	14
Cyclopsetta panamensis	4800.0	14	*Pliosteostoma lutipinnis*	842.01	24	*Eucinostomus currani*	134.9	7	*Umbrina xanti*	1603.56	28	*Diplectrum eumelum*	183.65	13

DEM I			DEM II			DEM III			DEM IV			DEM V		
Especie	*Peso*	*Número*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*
Eucinostomus gracilis	526.1	14	*Diplectrum pacificum*	112.30	24	*Symphurus fasciolaris*	80.9	7	*Ophioscion scierus*	1337.67	28	*Diplectrum rostrum*	754.74	13
Aluterus scriptus	2700.0	13	*Synodus sechurae*	2522.84	18	*Paraconger californiensis*	1010.3	6	*Synodus scituliceps*	2876.63	24	*Ophidion galeoides*	616.30	10
Fistularia commersonii	52.6	13	*Haemulopsis axillaris*	337.50	18	*Polydactylus approximans*	331	6	*Symphurus elongatus*	530.42	24	*Zalieutes elater*	254.70	10
Epinephelus analogus	6990.9	12	*Diplobatis ommata*	1200.27	18	*Mulloidichthys dentatus*	291.6	6	*Bellator xenisma*	66.24	21	*Ancylopsetta dendritica*	2508.63	9
Urobatis halleri	6450.0	11	*Symphurus elongatus*	71.35	15	*Ophioscion strabo*	303.6	5	*Rypticus nigripinnis*	1054.19	19	*Epinephelus niphobles*	2995.43	9
Ophidion galeoides	800.0	11	*Parapsettus panamensis*	104.98	14	*Pristigenys serrula*	153.9	5	*Sphoeroides annulatus*	637.78	17	*Achirus mazatlanus*	1155.67	9
Gnathophis cinctus	2035.0	11	*Ophidion galeoides*	532.16	13	*Bregmaceros sp.*	11.1	5	*Paralichthys woolmani*	7255.43	16	*Symphurus prolatinaris*	200.14	9
Scorpaena mystes	6200.0	10	*Zalieutes elater*	95.96	12	*Raja equatorialis*	574	4	*Pliosteostoma lutipinnis*	852.72	13	*Raja equatorialis*	2524.44	8
Balistes polylepis	234.6	9	*Chaetodipterus zonatus*	423.00	11	*Pliosteostoma lutipinnis*	247.3	4	*Microlepidotus brevipinnis*	799.36	13	*Gymnura marmorata*	26626.46	8
Symphurus elongatus	205.0	8	*Sciadeops troschellii*	2780.00	10	*Epinephelus analogus*	6230	3	*Achirus scutum*	813.08	13	*Achirus scutum*	412.63	7
Symphurus fasciolaris	136.3	8	*Alphestes multiguttatus*	835.00	10	*Paralabrax loro*	1948.88	3	*Symphurus atramentatus*	40.27	13	*Lutjanus guttatus*	1655.33	7
Pristigenys serrula	2634.0	7	*Dasyatis longa*	208724.00	9	*Lophiodes caulinaris*	621	3	*Epinephelus niphobles*	292.30	12	*Epinephelus analogus*	1545.88	6
Albula nemoptera	1100.0	7	*Sphoeroides annulatus*	1002.58	9	*Balistes polylepis*	143.3	3	*Ophidion galeoides*	785.79	12	*Ophichthyidae*	39.95	5
Rypticus nigripinnis	583.0	7	*Achirus mazatlanus*	1384.80	8	*Trinectes fonsecensis*	47.7	3	*Myripristis leiognathus*	208.70	11	*Lophiodes caulinaris*	1184.53	5
Antennarius avalonis	1130.5	6	*Xenichthys xanti*	474.00	8	*Symphurus sp.*	21	3	*Bellator loxias*	78.83	11	*Larimus acclivis*	296.50	5
Chromis atrilobata	45.0	6	*Hippocampus ingens*	48.10	8	*Lepophidium prorates*	4.1	3	*Zalieutes elater*	11.50	10	*Hoplunnis pacifica*	8.49	5
Myrophys vafer	29.5	6	*Polydactylus approximans*	309.00	7	*Diodon hystrix*	1400	2	*Epinephelus analogus*	22.90	9	*Chaetodipterus zonatus*	19.60	4
Epinephelus niphobles	224.7	5	*Antennarius avalonis*	1263.98	7	*Paralichthys woolmani*	775	2	*Chloroscombrus orqueta*	185.64	8	*Aluterus scriptus*	639.91	4
Gymnura marmorata	2641.0	5	*Synodus scituliceps*	500.15	6	*Lutjanus guttatus*	148.6	2	*Selene peruviana*	92.30	7	*Citharichthys platophrys*	13.72	3
Ophichthus triserialis	3191.5	5	*Gymnura marmorata*	6190.00	6	*Epinephelus niphobles*	138.6	2	*Sargocentron suborbitalis*	116.81	7	*Bregmaceros sp.*	2.10	3
Paralabrax loro	304.6	5	*Epinephelus analogus*	9.80	6	*Symphurus atramentatus*	54.4	2	*Antennarius avalonis*	2116.93	6	*Lagocephalus lagocephalus*	278.40	3
Epinephelus acanthistius	390.5	5	*Scorpaena mystes*	4900.00	5	*Melanorhinus cyanellus*	4.2	2	*Lophiodes sp.*	347.46	6	*Ophioscion scierus*	174.15	2
Paralichthys woolmani	8872.5	5	*Ancylopsetta dendritica*	2200.00	5	*Hippocampus ingens*	2.7	2	*Paraconger californiensis*	1148.44	6	*Rypticus nigripinnis*	400.70	2
Chilomycterus reticulatus	9050.0	4	*Xenistius californiensis*	27.70	4	*Chilomycterus reticulatus*	1500	1	*Gymnura marmorata*	11887.50	6	*Haemulopsis leuciscus*	182.60	2
Ophioscion sp.	460.0	4	*Pseudupeneus grandisquamis*	159.00	4	*Scorpaena mystes*	1200	1	*Caulolatilus affinis*	20.35	6	*Selene peruviana*	57.10	2
Eucinostomus currani	67.5	4	*Chaetodon humeralis*	77.70	4	*Caulolatilus affinis*	800	1	*Lepophidium prorates*	244.90	5	*Syacium ovale*	35.90	2
Sciadeops troschellii	543.0	3	*Paralabrax loro*	921.00	4	*Echiophis brunneus*	400	1	*Pristigenys serrula*	365.91	5	*Dasyatis longa*	42022.39	2

DEM I			DEM II			DEM III			DEM IV			DEM V		
Especie	*Peso*	*Número*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*	*Especie*	*Peso*	*Núm.*
Achirus mazatlanus	399.6	3	*Aluterus scriptus*	259.48	3	*Epinephelus acanthistius*	350	1	*Lutjanus novemfasciatus*	38248.54	5	*Pristigenys serrula*	6.64	2
Raja inornata	214.0	3	*Caranx caninus*	24.63	3	*Ophichthus zophochir*	225	1	*Etropus crossotus*	132.86	5	*Lutjanus novemfasciatus*	15000.00	1
Eucinostomus entomelas	163.0	3	*Sufflamen verres*	16.36	3	*Aluterus monoceros*	32	1	*Lophiodes caulinaris*	485.10	4	*Scorpaena mystes*	535.40	1
Myripristis leiognathus	123.5	3	*Umbrina xanti*	420.00	3	*Dermatolepis dermatolepis*	19.3	1	*Synodus lacertinus*	18.50	4	*Menticirrhus elongatus*	232.00	1
Echiophis brunneus	7317.0	2	*Dermatolepis dermatolepis*	284.00	3	*Ancylopsetta dendritica*	18.8	1	*Polydactylus opercularis*	456.07	4	*Ariopsis platypogon*	220.50	1
Hoplopagrus guentherii	10850.0	2	*Lagocephalus lagocephalus*	358.68	3	*Chloroscombrus orqueta*	7.9	1	*Caranx vinctus*	88.90	3	*Albula nemoptera*	170.00	1
Umbrina xanti	244.3	2	*Synodus lacertinus*	11.95	3	*Hoplunnis pacifica*	7.5	1	*Hippocampus ingens*	19.00	3	*Diapterus peruvianus*	107.00	1
Pliosteostoma lutipinnis	60.2	2	*Diplectrum labarum*	47.62	3	*Serranus psittacinus*	2.5	1	*Ophichthyidae*	4.32	3	*Brotula clarkae*	58.30	1
Synodus lacertinus	57.0	2	*Ophioscion strabo*	94.78	2	*Fistularia commersonii*	1	1	*Chilomycterus reticulatus*	4204.56	3	*Pliosteostoma lutipinnis*	52.10	1
Anchovia macrolepidota	11.6	2	*Ophidion sp.*	269.10	2				*Balistes polylepis*	5918.24	3	*Etropus crossotus*	48.90	1
Xenistius sp.	8.2	2	*Synodus evermanni*	4.10	2				*Calamus brachysomus*	784.81	3	*Myrichthys tigrinus*	6.70	1
Ancylopsetta dendritica	800.0	1	*Bregmaceros sp.*	1.40	2				*Dasyatis dipterura*	20025.00	2	*Sufflamen verres*	4.30	1
Polydactylus opercularis	45.5	1	*Symphurus fasciolaris*	45.41	2				*Fistularia commersonii*	500.00	2			
Ophichthus zophochir	29.5	1	*Haemulon scudderii*	625.00	1				*Ancylopsetta dendritica*	104.50	2			
Alphestes multiguttatus	12.1	1	*Raja inornata*	550.00	1				*Symphurus fasciolaris*	76.00	2			
Parapsettus panamensis	12.0	1	*Epinephelus niphobles*	482.00	1				*Aluterus scriptus*	1016.40	2			
Myrichthys tigrinus	7.5	1	*Microlepidotus inornatus*	220.00	1				*Urobatis concentricus*	1904.56	2			
Selene peruviana	4.7	1	*Anisostremus dovii*	106.00	1				*Centropomus robalito*	110.38	2			
Larimus acclivis	1.6	1	*Myrichthys tigrinus*	59.00	1				*Xenichthys californiensis*	66.38	2			
			Achirus scutum	57.70	1				*Chaetodipterus zonatus*	51.36	2			
			Mugil curema	3.00	1				*Achirus mazatlanus*	290.11	1			
			Epinephelus labriformis	1.90	1				*Gerres cinereus*	192.18	1			
									Albula nemoptera	184.08	1			
									Citharichthys gilberti	69.95	1			
									Symphurus sp.	5.25	1			
									Myrichthys tigrinus	390.26	1			
									Epinephelus labriformis	26.97	1			
									Scorpaena mystes	543.00	1			
									Selar crumenophthalmus	90.20	1			
									Decapterus macrosoma	45.30	1			
									Opisthonema libertate	38.00	1			

Distribución y abundancia de los lenguados en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (1995-1996)

Luz Estela Rodríguez Ibarra[*]

Resumen

Con el propósito de analizar los patrones de distribución y abundancia de los lenguados se presentan los resultados obtenidos a partir de cuatro campañas de recolecta denominadas DEM, realizadas en octubre (DEM II) de 1995, marzo, junio y noviembre (DEM III, IV y V) de 1996 sobre la plataforma continental de los estados de Jalisco y Colima. Los arrastres se hicieron con redes semi-portuguesas a bordo del barco de investigación pesquera *BIP V*, sobre siete transectos y a 20, 40, 60 y 80 m de profundidad. Se recolectaron 22 especies, pertenecientes a 12 géneros y cuatro familias. Los lenguados aportaron porcentajes elevados a las capturas de peces, ya que en el DEM IV aportó 44% de la captura total. Las especies dominantes, según el Índice de Valor Biológico, fueron *Syacium longidorsale*, *S. ovale*, *S. latifrons*, *Cyclopsetta querna* y *Paralichthys woolmani*. Las capturas más abundantes se obtuvieron en los cruceros DEM III y DEM IV, la densidad más elevada en Tepalcates y la biomasa en Cuitzmala. Se observó que existe una relación de la distribución y la abundancia de los lenguados con las variables físico-químicas, aunque no son factores determinantes ya que la precipitación pluvial es importante, por el hecho de que los organismos se ven beneficiados por la disposición de alimento que viene en las descargas de los ríos.

Palabras clave: Lenguados, distribución, abundancia, Jalisco, Colima.

Introducción

Los estudios de las comunidades plantean una amplia variedad de problemas, puesto que las bases de datos pueden ser enormes y complejas; el primer paso suele ser la búsqueda de esquemas en su estructura para determinar los procedimientos que permitan describir y compararlas con otras. La estructura de una comunidad biológica incluye la composición y la abundancia de las especies, los cambios temporales en esas variables y las relaciones entre las especies que interactúan en un mismo espacio y tiempo (Krebs, 1985; Odum, 1982).

Los peces constituyen un componente muy diversificado y de gran importancia económica y ecológica en las comunidades demersales. Entre los grupos mejor representados se encuentran los llamados comúnmente *lenguados* o *peces planos*, pertenecientes al orden Pleuronectiformes que son de los más especializados y mejor adaptados al hábitat bentónico. Además, son representantes característicos de la ictiofauna que habita sobre los fondos blandos de la plataforma continental y un componente importante, por su diversidad y abundancia, de la fauna de acompañamiento del camarón o FAC (Van der Heiden, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985).

La mayoría de los estudios dedicados a la FAC tiene orientación pesquera y, en el caso de muchos géneros y familias de peces demersales, el conocimiento taxonómico no es satisfactorio (Van der Heiden, 1985), por lo que en la actualidad se carece de información sobre la composición específica de la fauna de peces demersales, no sólo en el Pacífico sino en otras importantes regiones costeras, y el conocimiento sobre las especies del orden Pleuronectiformes es todavía más escaso. Gran parte de la investigación sobre los peces del Pacífico mexicano se ha llevado a cabo principalmente en la costa occidental de Baja California y dentro del Golfo de California, lo que ha dado como resultado varias listas sistemáticas y algunas publicaciones enfocadas a peces de fondos blandos (Ramírez-Rodríguez, 1987; Van der Heiden y Findley, 1988; Balart *et al*., 1997).

Algunas especies de lenguados son importantes económicamente y representan un potencial suscep-

* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Sábalo Cerritos s/n, C.P. 82010 A.P. 711, Mazatlán, Sinaloa.

tible de ser integrado a una explotación pesquera por su tamaño y carne, considerada de excelente calidad (Nelson, 1994); no obstante, la información sobre ellos es escasa ya que a menudo las estadísticas de captura se refieren a los *lenguados* de manera global (Ramírez-Cruz y Martínez-Muñoz, 1992). Estos peces han sido poco estudiados en México y a la fecha se carece de información acerca de la biología y la ecología de la mayoría de las especies. Existen algunos trabajos dedicados a determinadas especies de lenguados, principalmente aquellas que fueron abundantes o que por su tamaño resultaron ser de importancia comercial, y algunos otros, pocos, sobre el orden Pleuronectiforme en particular, entre ellos, los siguientes: en 1985 Van der Heiden proporcionó información acerca de la taxonomía, la biología, la importancia pesquera y la utilización de aproximadamente 187 especies de peces demersales de la FAC en el Golfo de California, de las que 29 eran lenguados; debido a que la mayoría de los ejemplares era de tamaño pequeño, recomendó que se aprovecharan para la elaboración de pulpa y harina. Amezcua-Linares (1985) analizó los resultados de tres campañas oceanográficas realizadas sobre la plataforma continental de Nayarit, Michoacán y Guerrero; él identificó 183 especies de peces dentro de las cuales *Syacium ovale* y *Cyclopsetta querna* fueron abundantes, dominantes y con potencial de ser integradas a explotación pesquera. Coronado-Molina y Amezcua-Linares (1988) describieron la distribución y la abundancia de los peces demersales de las costas de Guerrero, y enlistaron 141 especies, dentro de éstas *Syacium ovale* y *Cyclopsetta querna* estuvieron entre las más abundantes. Estos autores mencionaron que, a pesar de que la biomasa estimada de *S. ovale* y *C. querna* era poco abundante, por su tamaño eran un recurso potencial.

Castro-Aguirre *et al*. (1992) presentaron un elenco sistemático de 22 especies de lenguados encontradas en la costa occidental de Baja California durante las campañas exploratorias realizadas desde 1987 hasta 1992. Elaboraron una clave para la identificación de las especies del género *Citharichthys*, discutieron algunas características de la distribución de cada una de las especies citadas y propusieron un modelo para explicar la presencia en aguas peninsulares de especies tropicales, características de la plataforma externa.

Ramírez-Cruz y Martínez-Muñoz (1992) analizaron la distribución y la abundancia del orden Pleuronectiformes en relación con la profundidad y la latitud en la costa occidental de Baja California. Estos autores recolectaron 20 especies, de las que destacaron *Paralichthys californicus* y *Xystreurys liolepis* porque se registraron individuos con tallas alrededor de 80 cm. Las especies de los géneros *Citharichthys* e *Hippoglossina* fueron muy abundantes, si bien debido a su tamaño pequeño podrían ser transformadas en harinas.

En investigaciones sobre la ictiofauna de la región de estudio, Aguilar-Palomino *et al*. (1996) presentaron el primer elenco sistemático de peces demersales de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima; ellos reportaron 140 especies pertenecientes a 98 géneros y 54 familias, 17 de las cuales son del orden Pleuronectiformes. González-Sansón *et al*. (1997) describieron la distribución espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, además de realizar estimaciones de la abundancia en número y peso, por transectos de recolecta y profundidad; ellos encontraron gran número de peces pequeños pertenecientes al orden Pleuronectiformes en el estrato batimétrico de 60 metros.

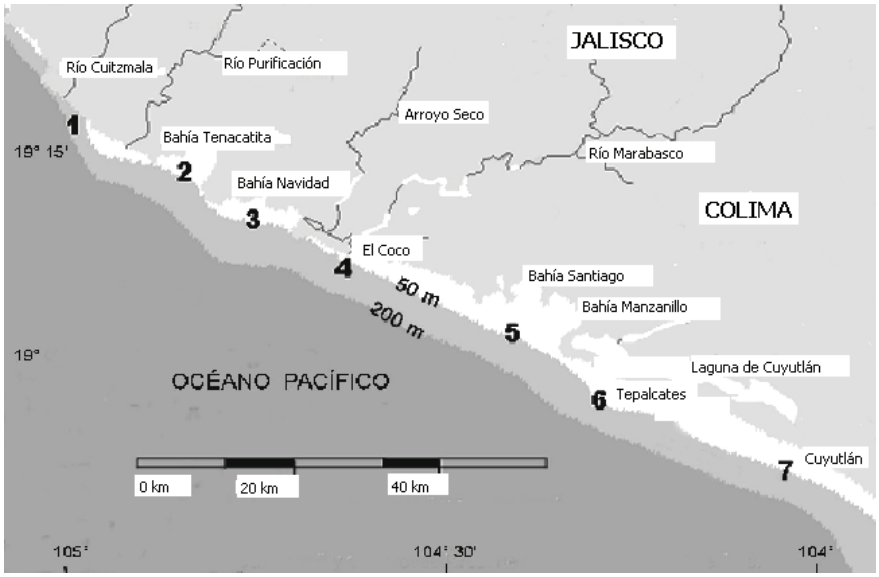
En México existen amplias zonas sin explorar y aún hay carencia de información sobre los lenguados. El presente trabajo formó parte del proyecto "Biodiversidad y potencial pesquero de los recursos marinos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima", en el que se pretendió analizar y a la vez dar a conocer la distribución y la abundancia de los lenguados y su variación en el gradiente batimétrico durante cuatro campañas de muestreo, ya que es un grupo de peces demersales que constituyen una población significativa para las pesquerías del mundo, lo cual en su momento permitirá localizar nuevas áreas de captura de dichas especies.

Métodos y materiales

El área de estudio comprende una franja de la plataforma continental ubicada entre las isobatas de 10 y 90 m aproximadamente, desde la desembocadura del río Cuitzmala en el estado de Jalisco (19°21' N y 105°07' O) al norte, y al sur hasta la altura del poblado de Cuyutlán en el estado de Colima (18°55' N y 104°07' O) (Fig. 1). La longitud de la franja de plataforma continental es de aproximadamente 111 km y su anchura de 3.7 km, de modo que la superficie total es de 411 km^2.

Las corrientes en la zona se pueden inferir a partir de los patrones definidos por Wyrtki (1965) para el océano Pacífico oriental. De acuerdo con este autor existen tres pautas características de circulación en la región. El clima que predomina en la zona de estudio es de tipo tropical lluvioso, siendo el más seco de los cálidos sub-húmedos. La humedad relativa anual es en promedio de 70%. La temperatura media anual de

Figura 1
Localización del área de estudio con los transectos de muestreo



1. Desembocadura del río Cuitzmala, 2. Bahía Tenacatita, 3. Bahía de Navidad, 4. El Coco, 5. Bahía de Manzanillo-Santiago, 6. Tepalcates y 7. Cuyutlán.

las planicies costeras del Pacífico varía entre 20 y 28 °C, y la temperatura media anual es de 25 °C (Instituto Oceanográfico del Pacífico, 1995 a y b).

En la zona estudiada existen tres tipos de sedimentos blandos: limo arcilloso (la mayoría de las partículas<0.020 mm); limo arenoso (0.015-0.5 mm) y arena media (>0.2 mm). La mayor heterogeneidad del fondo marino se observa en las zonas someras (17-64 m), donde se presentan los tres tipos. Los sedimentos son más homogéneos hacia las estaciones más profundas, y el tamaño de las partículas más pequeño, ya que se encuentran compuestos principalmente por granos con diámetro menor a 0.2 mm (Ríos-Jara *et al*., 1996).

En el periodo comprendido de noviembre de 1995 a noviembre de 1996 se realizaron cuatro campañas oceanográficas a bordo del barco de investigación pesquera (*BIP V*) perteneciente a la Universidad de Guadalajara, denominadas DEM (Demersales), y fueron: DEM II en octubre de 1995 (otoño), DEM III en marzo de 1996 (primavera), DEM IV en junio de 1996 (verano) y DEM V en noviembre de 1996 (otoño). Cabe señalar que los datos obtenidos en el DEM I (primavera 1995), no se utilizaron debido a que la identificación taxonómica fue inadecuada.

Se establecieron siete transectos de muestreo perpendiculares a la costa en tres áreas protegidas (bahía de Tenacatita, Bahía de Navidad, bahía de Manzanillo-Santiago) y cuatro expuestas: el Coco, desembocadura del río Cuitzmala, Tepalcates y Cuyutlán (Fig. 1). Los arrastres de fondo se realizaron a cuatro diferentes profundidades (20, 40, 60 y 80 m). En cada campaña se efectuaron 28 lances por la noche, con una duración de 30 minutos cada uno (N = 112), con dos redes de arrastre tipo semi-portuguesa con una abertura de trabajo en la boca de 6.91 m, altura de relinga de 1.15 m y tamaño de malla estirada en el copo de 38 mm (1.5 pulgadas). Se arrastró a una velocidad media de dos nudos por hora, el tiempo real se midió desde que se colocaba el freno del winche hasta que se comenzaba a recoger las redes. Las posiciones de inicio y final de cada lance se determinaron con un equipo de sistema global de posicionamiento por satélite, marca Explorer (Micrologic). La distancia recorrida se calculó a partir de las posiciones registradas, utilizando la expresión dada por Sparre *et al*. (1989). El área barrida por las redes en cada lance fue obtenida mediante la multiplicación de la distancia recorrida por la abertura calculada de trabajo de la red (6.9 m); los resultados se expresaron en hectáreas.

Los peces capturados en ambas redes fueron mezclados e introducidos en costales debidamente rotulados; se transportaron en hielo al laboratorio, donde se procesaron de inmediato. Los lenguados se identificaron hasta el nivel de especie cuando fue posible, y fueron contados, pesados y medidos.

Antes de cada arrastre se registraron la temperatura y la salinidad del agua adyacente al fondo, con un perfilador de Conductividad-Temperatura-Profundidad (CTD) SBE 19 Seacat Profiler. La concentración de oxígeno disuelto (OD) cercana al fondo se determinó

con el método de Winkler (Rodier, 1981), a partir de muestras tomadas con botellas tipo Niskin.

Para la identificación de los organismos se utilizaron los trabajos de Jordan y Evermann (1896-1900), Meek y Hildebrand (1923-1928), Norman (1934), Miller y Lea (1972), Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Eschmeyer *et al*. (1983), Allen y Robertson (1994), Hensley (1995 a y b), Sommer (1995), Krupp (1995) y Munroe (1992). También se consultó bibliografía especializada: Munroe *et al.* (1991), Murakami y Amaoka (1992), van der Heiden y Mussot-Pérez (1992) y van der Heiden y Mussot-Pérez (1995). El ordenamiento sistemático se realizó de acuerdo con Nelson (1994).

Durante el primer crucero (DEM II) los especímenes de *Syacium ovale* y *S. longidorsale* se identificaron como de una sola especie, debido a su semejanza; sin embargo, en los siguientes cruceros se identificaron correctamente con el apoyo de trabajos como el de Murakami y Amaoka (1992) y con la ayuda de expertos taxónomos (Van der Heiden,[1] com. pers.).

Por otro lado, debido a que las descripciones originales de las especies del género *Bothus* (Norman, 1934), *B. leopardinus* y *B. constellatus* son muy deficientes, no fue posible reconocer los especímenes capturados. Por tanto, en el presente trabajo se decidió denominarlas como *Bothus* sp. 1 y *Bothus* sp. 2.

Los organismos identificados se integraron en la colección ictiológica perteneciente al Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara, en San Patricio Melaque, Jalisco.

Con los datos obtenidos en los muestreos se estimó la abundancia de la captura por unidad de área, tanto en número (ind ha^{-1}) como en peso fresco (g ha^{-1}), y aunque ambos son indicadores de densidad, se denominaron como *densidad*, el primero y *biomasa*, el segundo.

El índice de valor biológico (IVB), que se utilizó para determinar cuáles son las especies dominantes dentro de la ictiofauna recolectada en cada crucero, ordena la importancia de las especies de acuerdo con la constancia espacio-temporal de su abundancia en número (IVBn) y peso (IVBp).

El número de especies por analizar se estableció con base en un porcentaje acumulativo de referencia (PAR_{ef}), constante respecto al total de los individuos en cada muestra; en este caso se seleccionó 95%, porque es un criterio que concuerda con el procedimiento de reducción de datos. Después de definir y ordenar a las especies en orden decreciente, se elaboró una matriz por crucero y se asignó un puntaje a las contenidas en dicha matriz (Loya-Salinas y Escofet, 1990).

El análisis estadístico de los datos obtenidos en cada crucero se realizó con los programas Excel 2000 (Microsoft, 2000), Statgraphics 5.0 (Manugistic, Inc.) y STATISTICA 5.1 (StatSoft Inc., 2000). La normalidad de la distribución de los datos se probó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuando no cumplieron con esta característica fueron transformados según el criterio propuesto por Taylor (1961), descrito por Elliot (1973). Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía (Zar, 1996), para comparar la densidad y la biomasa entre cruceros, transectos y estratos batimétricos, con la finalidad de detectar diferencias significativas entre estas variables en las cuatro campañas. Cuando el ANDEVA mostró diferencias significativas se aplicó la prueba *a posteriori* de comparaciones múltiples de Tukey (Zar, 1996).

Resultados

Composición específica

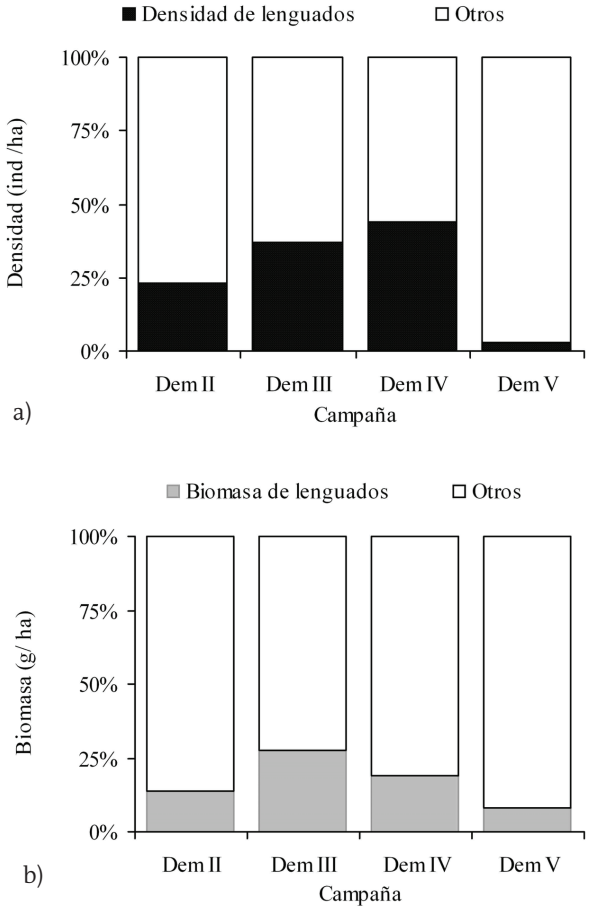
En las 112 recolectas realizadas en las cuatro campañas de muestreo (DEM II, III, IV y V), se encontró un total de 22 especies de lenguados (Anexo 1) pertenecientes a 12 géneros y cuatro familias; la familia Paralichthyidae agrupó a la mayoría de las especies (10), seguidas de Cynoglossidae (cinco), Bothidae (cuatro) y Achiridae (tres). La densidad promedio fue de 1 365 ind·ha^{-1} y la biomasa media de 27 923 g·ha^{-1}.

Distribución y abundancia de los organismos durante las cuatro campañas de muestreo

Campaña DEM II, de otoño de 1995. Los lenguados representaron 23% del número total de peces capturados, mientras que en peso fresco aportaron 14% (Figs. 2a y b). La densidad más grande se presentó en el estrato de 60 m y la menor en el de 80 m (200 ind·ha^{-1}). El transecto con mayor densidad (918 ind ha^{-1}) fue el número tres, localizado frente a Bahía de Navidad (Fig. 3a), ya que hubo hasta 4.3 veces más individuos que en el número siete (Cuyutlán) y 3.3 veces más que en el cuatro (El Coco). Por otro lado, la mayor biomasa fue capturada a 40 m de profundidad y la menor a 80 m; mientras que entre transectos fue más abundante en el uno (Cuitzmala), porque el peso de los organismos obtenidos (37 144 g·ha^{-1}) fue hasta 12.1 veces que el de los peces del transecto siete (Fig. 3b).

1. Dr. Albert van der Heiden. Investigador Titular. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

Figura 2
Porcentaje que aportaron los lenguados a la captura total de peces, tanto en número (a) como en peso fresco (b)



La temperatura y la salinidad promedio de fondo fluctuaron entre 27.1 y 16.7 °C y entre 34.2 y 34.8‰ (Figs. 4a y b), entre la parte más somera y la más profunda, respectivamente; la mayor densidad de organismos se registró a una temperatura aproximada de 19.8 °C y salinidad de 34.9‰, mientras que la de biomasa a 25.8 °C y 34.4‰. En este muestreo no se midió el OD, por problemas logísticos.

Campaña DEM III, en la primavera de 1996. Los lenguados representaron 37% de la captura total de peces en número (Fig. 2a) y 29% en biomasa (Fig. 2b). Por otro lado, los organismos capturados, tanto en número como en peso, fueron más abundantes en el estrato de 20 m, mientras que en el de 80 m, más escasos (4 790 y 98 ind ha^{-1} y 83 730 y 303 $g{\cdot}ha^{-1}$, respectivamente). El número de organismos por unidad de área más grande se presentó en el transecto seis, ubicado frente a Tepalcates, y la cantidad registrada (2 767 ind ha^{-1}) fue 5.2 veces la del transecto cuatro (El Coco) y 4.5 veces la del transecto uno (Cuitzmala). En lo que se refiere a biomasa, el transecto seis también fue el más rico (22 600 $g{\cdot}ha^{-1}$), ya que fue 4.1 veces la biomasa de El Coco (Figs. 3 c y d).

La temperatura promedio de fondo y la salinidad se encontraron entre 21 y 15.5 °C y 34.5 y 34.7‰; como en la campaña anterior, la parte más profunda fue más fría y ligeramente más salada. La mayor densidad y la mayor biomasa se registraron a una temperatura y una salinidad de 21 °C y 34.5‰ (Fig. 4c y d), respectivamente. El OD promedio disminuyó de 4.0 a 0.8 $ml{\cdot}l^{-1}$, entre el estrato más somero y el más profundo; por otro lado, las mayores densidad y biomasa se detectaron a 20 m de profundidad, donde la concentración fue de 4 $ml{\cdot}l^{-1}$ (Figs. 4c y d).

Campaña DEM IV en verano de 1996. Los lenguados representaron 44% de la captura total de peces en número (Fig. 2a) y 19% en peso fresco (Fig. 2b). En esta campaña, la mayor densidad de peces se presentó a 80 m de profundidad y la más baja a 20 m (3 159 y 1 469 $ind{\cdot}ha^{-1}$, respectivamente); mientras que la biomasa fue más abundante en los estratos de 40 y 60 m y menor en el de 80 m (63 966 y 22 969 $g{\cdot}ha^{-1}$, respectivamente). Al igual que en la campaña anterior, la mayor densidad se presentó en Tepalcates, y fue hasta 3.8 veces más grande que la del transecto cuatro y 3.5 veces más que la del siete. En lo que se refiere a biomasa, ésta fue más cuantiosa (34 202 $g{\cdot}ha^{-1}$) frente a Manzanillo y Santiago, aunque las diferencias entre transectos fueron menos conspicuas que en las otras campañas, ya que sólo fue casi el doble de la registrada en Cuitzmala (Figs. 3 e y f).

La temperatura promedio descendió de 26.8 a 19.1 °C entre los 20 y 80 m de profundidad; la temperatura en el estrato con la mayor densidad fue de 19.1 °C y donde la biomasa fue más alta de 24.5 °C (Fig. 4e y f); la salinidad fluctuó muy poco (34.4‰ a 34.8‰), pero la densidad y la biomasa más grandes se presentaron en mayores salinidades (Fig. 4 e y f). El OD promedio disminuyó de 5.2 $ml{\cdot}l^{-1}$ a 1.6 $ml{\cdot}l^{-1}$ entre los estratos más superficial y profundo; el mayor número de organismos por unidad de área se presentó donde el contenido de oxígeno fue de 1.6 $ml{\cdot}l^{-1}$y la mayor biomasa en los niveles donde el gas se encontró en 3 y 4.6 $ml{\cdot}l^{-1}$ (Figs. 4 e y f).

Cuarta campaña (DEM V) otoño de 1996. La proporción correspondiente a los lenguados de la captura total de peces en número y peso fue la más pequeña (3% y 7%, respectivamente) de los cuatro muestreos (Fig. 2). En esta campaña la mayor densidad de peces y de biomasa se presentaron en el estrato de 20 m, mientras que los valores de ambos fueron muy exiguos a 80 m de profundidad (739 y 77 ind ha^{-1} y 34 893 y 371 $g{\cdot}ha^{-1}$, respectivamente). En el transecto dos, que corresponde a Tenacatita, se obtuvo la mayor

Figura 3
Densidad (ind ha^{-1}) y biomasa (g ha^{-1}) de los lenguados recolectados en los cuatro estratos muestreados (20-80 m) en cada transecto (1-7) durante las cuatro campañas

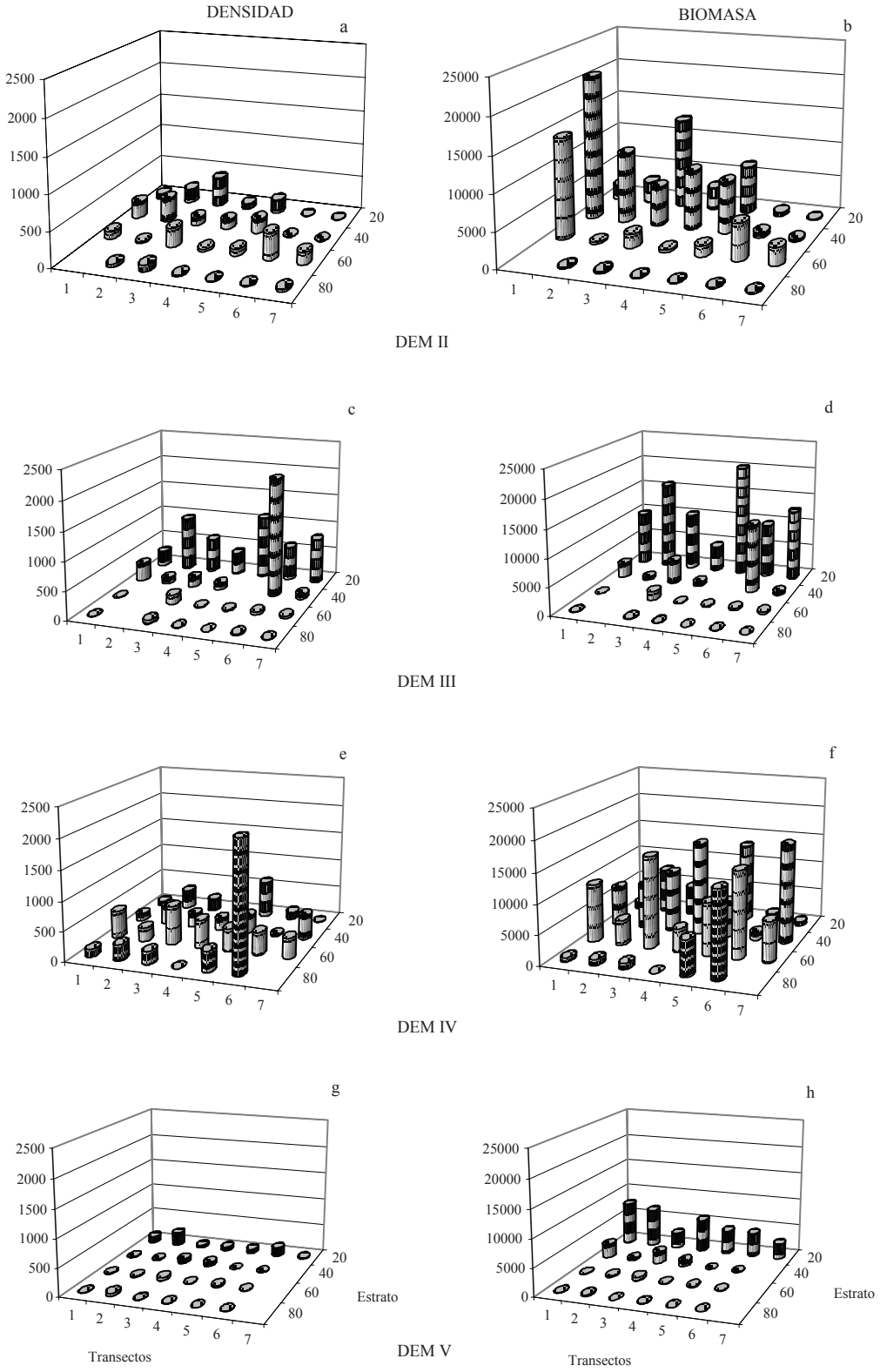
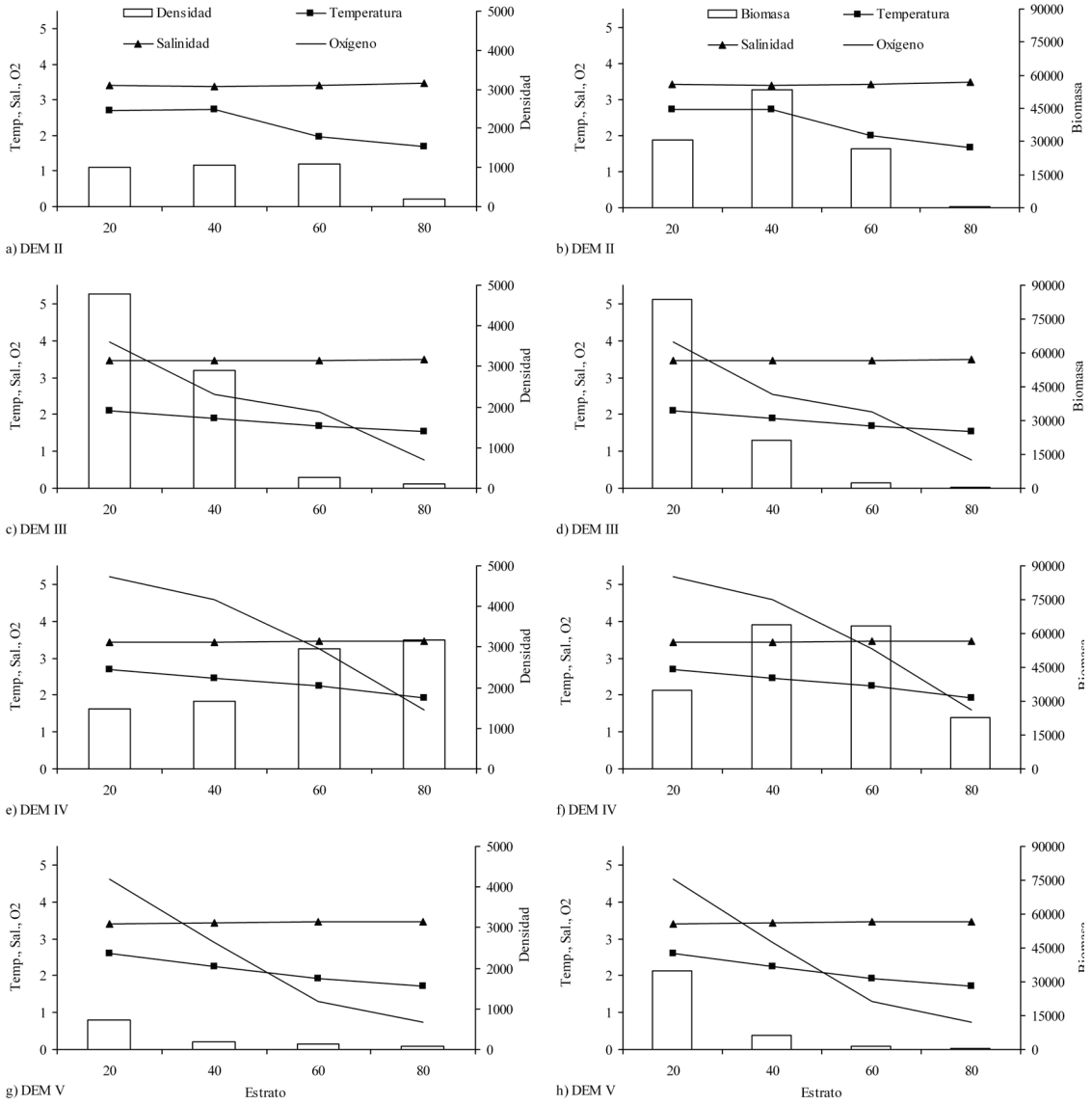


Figura 4
Variaciones de la densidad (ind•ha^{-1}) y biomasa (g•ha^{-1}) de lenguados, con respecto a la temperatura promedio (°C), la salinidad (ups) y el oxígeno disuelto (ml•l^{-1}) por estrato batimétrico (m), durante las campañas de muestreo. La temperatura y la salinidad fueron divididas entre 10



densidad (337 ind·ha^{-1}) y ésta fue 17.7 veces más grande que la del transecto establecido frente a Cuyutlán (Fig. 3g). No obstante, en lo que se refiere a biomasa, fue más abundante (10 366 g·ha^{-1}) en el transecto uno (Cuitzmala), ya que fue hasta 3.8 veces mayor que en Cuyutlán (Fig. 3h).

La temperatura promedio disminuyó de 26.1 a 17.2 °C entre la parte más somera y la más profunda, mientras que la salinidad se incrementó de 33.9‰ a 34.6‰. La densidad y biomasa más grandes se registraron en donde la temperatura fue más elevada y la salinidad más baja (Figs. 4 g y h). El contenido de OD promedio fue menor que en la campaña DEM IV, ya que disminuyó de 4.7 a 0.8 ml·l^{-1} entre los estratos más someros y profundos, por otro lado las mayores densidad y biomasa se registraron en 20 metros, donde el OD fue de 4.7 ml·l^{-1} (Figs. 4 g y h).

Índice de valor biológico (IVB)

Escofet y Loya-Salinas (1990) mencionan que el número de especies de cada muestra puede establecer-

se de acuerdo con las variaciones de las abundancias relativas acumuladas (ARA). Ellos señalan que en las comunidades con alta dominancia, pocas especies representan un porcentaje significativo del número total de organismos (80% o más) mientras que en aquellas con baja dominancia debe incluirse un número elevado de especies para alcanzar un valor similar. En este trabajo se consideraron 18 especies sobre la base del análisis de porcentaje acumulativo de referencia (PAR_{ef}), lo que dio como resultado una comunidad de baja dominancia, término que se aplica a comunidades en las que se han considerado hasta 20 especies para su análisis, mientras que cuando la dominancia es alta se incluyen de 10 a 11 especies (Sanders, citado en Loya-Salinas y Escofet, 1990).

El mayor IVBn correspondió al pez sapo *Porichthys margaritatus* con 39 puntos, le siguió el lenguado *Syacium latifrons* con 33 puntos y en tercer lugar se ubicó *Cynoscion phoxocephalus* con 31. *Syacium longidorsale*/*S. ovale* (individuos mezclados) se ubicaron en cuarto lugar con 22 puntos y en la quinta y la sexta posiciones se encontraron las especies *Bothus* sp. 1 y

Tabla 1

Puntajes obtenidos por las 17 especies más importantes, durante los cuatro cruceros (matriz de puntajes) con su IVBn y la abundancia numérica total (ABT) de cada especie

Especies	*1*	*2*	*3*	*4*			
	DEM II	DEM III	DEM IV	DEM V	Σ	IVBn	ABT
Porichthys margaritatus	9	10	10	10	39	1	98909
Cynoscion phoxocephalus	10	8	4	9	31	3	31382
Syacium latifrons	7	9	9	8	33	2	16778
Syacium longidorsale/*S. ovale*	8	3	5	6	22	4	10847
Bothus sp. 1	4	6	6	0	16	5	9531
Bothus sp. 2	0	7	7	0	14	6	8546
Sphoeroides sechurae	0	0	8	3	11	8	4925
Urotrygon asterias	6	0	1	5	12	7	3748
Engyophrys sanctilaurentia	3	5	0	0	8	9	2977
Scorpaena russula	0	4	2	0	6	12	2769
Diplectrum euryplectrum	2	2	0	4	8	9	2283
Monolene asaedai	0	0	3	1	4	14	1807
Sphoeroides sp.	5	0	0	0	5	13	1699
Prionotus stephanophrys	0	0	0	7	7	11	1131
Cyclopsetta querna	1	0	0	0	1	16	821
Apogon retrosella	0	1	0	0	1	16	659
Haemulon maculicauda	0	0	0	2	2	15	336

Nota: IVBn = Índice de valor biológico

Tabla 2

Puntajes obtenidos por las 18 especies más importantes, durante los cuatro cruceros (matriz de puntajes) con su IVBp y la abundancia (ABT) en peso fresco total de cada especie

Especies	*1*	*2*	*3*	*4*			
	DEM II	*DEM III*	*DEM IV*	*DEM V*	Σ	*IVBp*	*ABT*
Urotrygon asterias	10	2	9	7	28	1	694052
Diodon hystrix	8	0	8	10	26	3	515196
Cynoscion phoxocephalus	7	8	3	9	27	2	465889
Urotrygon rogersi	6	0	10	3	19	6	441163
Syacium latifrons	0	9	7	5	21	4	336404
Porichthys margaritatus	1	10	2	8	21	4	334017
Narcine entemedor	5	6	1	6	18	7	277187
Dasyatis longus	9	0	0	4	13	8	250746
Syacium longidorsale/*S. ovale*	3	4	6	0	13	8	177306
Urolophus halleri	0	7	4	0	11	10	115060
Sphoeroides sechurae	0	0	5	0	5	11	79983
Cyclopsetta querna	4	0	0	0	4	13	75989
Paralichthys woolmani	2	0	0	0	2	15	40549
Zapteryx sp.	0	0	0	2	2	15	34315
Prionotus ruscarius	0	0	0	1	1	17	33144
Bothus sp. 2	0	5	0	0	5	11	26422
Scorpaena russula	0	3	0	0	3	14	22370
Bothus sp. 1	0	1	0	0	1	17	21625

Bothus. sp. 2 con 16 y 14 puntos, respectivamente. De las 17 especies de peces que obtuvieron el mayor puntaje, siete fueron lenguados (Tabla 1).

El mayor IVBP correspondió a la raya *Urotrygon asterias* con 28 puntos y los lenguados *Syacium latifrons* y *S. longidorsale*/*S. ovale* se ubicaron en los lugares cuarto y octavo con 21 y 13 puntos, en ese orden. Cabe señalar que los representantes de *Cyclopsetta querna* y *Paralichthys woolmani* alcanzaron las posiciones 13 y 15, con cuatro y dos puntos, ya que a pesar de que no eran de los más abundantes, su talla era grande. Las especies *Bothus* sp. 1 y *Bothus* sp. 2 quedaron en los lugares 11 y 17 con cinco y un puntos. De las 18 especies que obtuvieron el mayor puntaje, seis fueron lenguados (Tabla 2).

Análisis de varianza

Los resultados de la aplicación de este método (Tabla 3) mostraron diferencias significativas en tres de las seis comparaciones realizadas. Entre el número de individuos por campaña ($F' = 5.17$, $p<0.01$); la prueba de Tukey indica que hubo diferencias significativas entre la densidad de las campañas DEM III y V ($p = 0.02$) así como entre la DEM IV y V ($p = 0.005$). Entre la biomasa recolectada por campaña ($F' = 5.05$; $p<0.01$), la prueba *a posteriori* señaló que las diferencias significativas en la biomasa se presentaron entre las DEM IV y V ($p<0.001$). Entre la biomasa de los estratos batimétricos ($F' = 7.40$; $p<0.001$) las diferencias fueron significativas entre los estratos de 20 y 80 m ($p<0.001$), así como entre los de 40 y 80 metros ($p<0.01$).

Tabla 3
Resultados del análisis de varianza
de los valores de densidad y biomasa entre campañas,
transectos y profundidades de colecta,
con 111 grados de libertad en todos los casos

Comparaciones	*F'*	*p*
Densidad *entre* campañas	5.172	0.002*
Biomasa *entre* campañas	5.056	0.002*
Densidad *entre* transectos	1.257	0.280
Biomasa *entre* transectos	0.403	0.870
Densidad *entre* estratos	1.197	0.310
Biomasa *entre* estratos	7.400	0.0001*

* Significativo

Discusión

Composición específica

En la serie de campañas realizadas entre otoño de 1995 y otoño de 1996, los lenguados fueron uno de los grupos más representativos de la ictiofauna demersal de fondos blandos de las costas de Jalisco y Colima, porque aportaron una elevada proporción al total de peces capturados (hasta de 44% en el DEM IV). Los resultados coinciden con los obtenidos por Aguilar-Palomino *et al*. (1996), González-Sansón *et al*. (1997) y Mariscal-Romero *et al*. (1998), en los que se constata que los lenguados fueron abundantes. En el presente estudio se recolectaron 22 especies de lenguados que, en su mayoría, pertenecen a la fauna de afinidad tropical-subtropical, así como a la templado-cálida (Walker, 1960; Aguilar-Palomino *et al*., 1996). La distribución geográfica, que en algunas especies es muy amplia, se debe probablemente a que los lenguados poseen una vida larvaria meroplanctónica prolongada, así como a las variaciones estacionales e interanuales del clima oceánico (Castro-Aguirre *et al*., 1992). Amezcua-Linares (1996) caracteriza a la comunidad de peces de la plataforma continental del Pacífico central como de alta diversidad. En esta investigación, aunque sólo se analizaron las especies del orden Pleuronectiformes, la abundancia de los peces capturados fue elevada, probablemente porque es una zona poco explorada y, por tanto, menos perturbada (Amezcua-Linares, 1996; González-Sansón *et al*., 1997). Se registraron cinco especies más de lenguados que las encontradas por Aguilar-Palomino *et al*. (1996) en la misma área, posiblemente porque el material colectado por esos investigadores se obtuvo en una sola campaña (primavera).

Es necesario resaltar que aún persisten problemas en la sistemática, como es el caso del género *Bothus* (Norman, 1934; Plascencia-González, 1993), ya que hace falta una descripción detallada de las dos especies que lo componen (*Bothus leopardinus* y *B. constellatus*), que permita identificar adecuadamente el material colectado. Algunos investigadores han mencionado a estas especies (Castro-Aguirre *et al.*, 1970; Amezcua-Linares, 1985; Cruz-Romero *et al*., 1986; Ramírez-Cruz y Martínez-Muñoz, 1992; Castro-Aguirre *et al*., 1992; Tapia-García *et al.*, 1994; Rodríguez-Ibarra, 1995; Amezcua-Linares, 1996; Aguilar-Palomino *et al*., 1996; Castro-Aguirre y Balart, 1997), pero sin considerar que todavía se cuestiona su identidad, ya que Norman (1934) calificó a *B. constellatus* como dudosamente distinto de *B. leopardinus* y, aunque posteriormente varios autores establecieron como correctas la clasificación de las dos especies, sigue siendo necesario hacer un análisis exhaustivo del género.

Distribución y abundancia de los organismos durante las cuatro campañas de colecta

Las comunidades ícticas demersales presentan diferente estructura dependiendo del marco ambiental,

según la época del año y el estrato batimétrico (Plascencia-González, 1993). Amezcua-Linares (1996) señaló que existen pocas diferencias en la composición específica, la abundancia y la distribución de los organismos en las zonas donde las variables hidrofísicas e hidroquímicas tienen pocas variaciones.

En cuanto a la composición específica registrada en este trabajo, el argumento anterior puede ser válido, porque se desarrolló en una región pequeña y el elenco sistemático fue muy similar entre los muestreos, ya que la mayoría de las especies se capturó en la primera campaña y su aparición fue constante en las siguientes (18 en DEM II, 17 en DEM III y V y 19 en la DEM IV). Sin embargo, también se observó que la densidad y la biomasa fueron elevadas en las dos primeras campañas (otoño de 1995 y primavera de 1996) y en la última (otoño de 1996), en las zonas más someras y cercanas a la costa; mientras que en la tercera campaña (DEM IV, correspondiente al verano de 1996) en las zonas de profundidad intermedia, lo cual permite suponer que esto se relaciona con las condiciones ambientales.

Las variables ambientales analizadas presentaron cambios en el transcurso del periodo de estudio, por ejemplo, la temperatura mostró una variación máxima de 6 °C entre la DEM II y III, mientras que la diferencia máxima entre estratos fue de 10.4 °C; estos resultados y los obtenidos por González-Sansón *et al.* (1997) sugieren que este factor pudo propiciar cambios significativos en la composición y la abundancia en la ictiofauna a lo largo del año, a diferencia de la salinidad, cuyas pequeñas variaciones (0.7 ppm) probablemente no fueron limitantes (Plascencia-González, 1993). No obstante, cabe destacar que Filonov *et al*. (2000) mencionan que en la región de estudio, las ondas internas provenientes de mar abierto modifican la temperatura y la salinidad (hasta 10 °C y 1 ups) en lapsos muy cortos, lo cual permite asumir que los organismos se pueden adaptar a cambios bruscos en periodos de tiempo muy cortos y que probablemente las fluctuaciones estacionales sean las que influyan en su distribución y su abundancia. Estos autores señalan que la capa sub-superficial (75-200 m) de la zona de estudio está formada por agua con alta temperatura y salinidad, aunque el valor de esta última puede disminuir por las precipitaciones que se presentan en verano y otoño (en Manzanillo se registraron 712.2 mm en agosto y en 304.8 mm en octubre de 1996),[2] y los escurrimiento continentales que se realizan a través del río Cihuatlán,[3] principalmente.

Por otro lado, la concentración de OD fue más elevada en las estaciones más superficiales, y más escasa entre los 60 y 80 m de profundidad. Parker (1964) y Amezcua-Linares (1996) hacen mención de una capa de mínimo oxígeno por debajo de los 60 m de profundidad, donde el contenido del gas es de aproximadamente 0.5 $ml \cdot l^{-1}$; en el presente trabajo la concentración más baja fue de 0.8 $ml \cdot l^{-1}$ a 80 m de profundidad; en ese estrato se capturó el lenguado *Monolene asaedai,* especie que tiene la capacidad de regular su consumo de oxígeno cuando éste alcanza valores mínimos (Amezcua-Linares, 1996), por lo cual se podría considerar que el oxígeno no es un factor limitante para la distribución y la abundancia de estos organismos, aunque probablemente sí influya en la dominancia de algunas especies.

Asimismo, cabe señalar que muchos organismos bentónicos o demersales que habitan cerca de la costa se benefician por el alimento acarreado por la descarga de los ríos, cuyo caudal aumenta durante la época de lluvias. En el presente estudio la precipitación pluvial fue elevada durante el verano (DEM IV) cuando la mayor densidad y biomasa se recolectó en los estratos intermedios (40 y 60 m), mientras que los transectos con más abundancia de lenguados fueron Tepalcates, Manzanillo y Santiago, cercanos a la desembocadura de la laguna de Cuyutlán y del río Cihuatlán.

Por desgracia, el análisis de sedimentos no se realizó, pues podría haber ayudado a explicar la distribución de los lenguados, dada su estrecha relación con el fondo, como lo muestran los trabajos que evalúan la relación entre la abundancia y el tamaño de los organismos con el tipo de sustrato (Amezcua-Linares, 1996; Moles y Norcross, 1995).

Índice de valor biológico (IVB)

A pesar de que los lenguados representaron gran porcentaje de la captura total, tanto en peso como en número, también se recolectaron organismos de gran tamaño de otras especies, como las rayas del género *Urotrygon* y el pez globo *Diodon hystrix*, lo que sesgó este índice; por ello, el IVBn más alto correspondió a los peces de tallas medianas, mientras que el IVBp a las rayas y el pez globo, principalmente. En contraste, Plascencia-González (1993) observó que en la costa sur de Sinaloa las especies más importantes fueron casi las mismas en los dos índices.

Análisis de varianza

El muestreo se realizó en cuatro campañas representativas de las épocas climáticas y a lo largo de siete transectos; tres se ubicaron en bahías consideradas

2. Fuente: observatorio de Manzanillo-CONAGUA
3. También conocido como río Marabasco.

como áreas protegidas y cuatro en espacios expuestos, en los cuales desembocan algunos ríos (Instituto Oceanográfico del Pacífico, 1995b), por lo que se esperaría encontrar diferencias en cuanto a composición y abundancia de los organismos tanto en el tiempo como en espacio. Los resultados de los ANDEVAS muestran que no hubo diferencias significativas en la densidad y la biomasa entre transectos, aunque sí entre campañas, mismas que se llevaron a cabo en diferentes épocas climáticas.

Conclusiones

1. El análisis cualitativo del orden Pleuronectiformes dio como resultado 22 especies, pertenecientes a 12 géneros y cuatro familias; la mayoría de las especies era de la familia Paralichthyidae (10 sp.).
2. Los lenguados aportaron un porcentaje elevado a la captura total de peces, hasta 44% en abundancia numérica y 29% en biomasa.
3. La abundancia de los Pleuronectiformes varió de una campaña de muestreo a otra (épocas climáticas): los valores más altos se registraron en la DEM III (primavera) y los más bajos durante en la DEM V (otoño). La densidad más elevada se obtuvo en el transecto de Tepalcates y la biomasa en Cuitzmala y en los estratos someros (20 y 40 m).
4. En relación con los factores ambientales, la máxima temperatura registrada fue de 27.1 °C (DEM II) y la mínima de 15.5 °C (DEM III), mientras que la mayor concentración de oxígeno fue de 5.2 $ml \cdot l^{-1}$ (DEM IV) y la mínima de 0.8 $ml \cdot l^{-1}$ en las campañas DEM III y V. La salinidad tuvo una variación muy pequeña en el periodo de estudio.
5. Las especies del género *Syacium*, además de *Cyclopsetta querna* y *Paralichthys woolmani*, resultaron ser cualitativamente importantes de acuerdo con el IVB, ya que se encontraron dentro de las 18 especies dominantes de la comunidad íctica demersal de la plataforma continental de Jalisco y Colima.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de la tripulación del *BIP-V* . También se agradece a Ramiro Flores-Vargas, José Mariscal, Yazmín Portillo, Rocío Meza, Rosa Estela Carretero y Antonio Trejo del DEDSZC de la Universidad de Guadalajara, quienes ayudaron en el procesamiento de las muestras de los lenguados. Asimismo agradezco al doctor Albert van der Heiden y a Héctor Plascencia del CIAD-Mazatlán, por la ayuda otorgada en la identificación de los organismos.

Referencias bibliográficas

AGUILAR-PALOMINO, B., J. Mariscal, G. González y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 22(4):469-481.

AMEZCUA-LINARES, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con red camaronera en la costa del Pacífico de México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, UNAM-ICMyL, INP., México, pp. 39-94.

AMEZCUA-LINARES, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México*. UNAM-ICMyL, CONABIO. 182p.

ALLEN, G.R., y D.R. Robertson. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific.* University of Hawaii Press, Honolulu. 332p.

BALART, E.F., J.L. Castro-Aguirre y F. de Lachica-Bonilla. 1997. Análisis comparativo de las comunidades ícticas de fondos blandos y someros de la Bahía de la Paz: En: R.J. Urbán y M. Ramírez (eds.). *La bahía de la Paz, investigación y conservación*. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS, México, pp. 163-177.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., J. Arvizu-Martínez y J. Páez-Barrera. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.,* 31:107-181.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. y E.F. Balart. 1997. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de fondos blandos y someros de la ensenada y bahía de la Paz, BCS: 139-151. En: R.J. Urbán y M. Ramírez (eds.). *La bahía de la Paz, investigación y conservación*. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS. México. pp. 139-151.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., J.C. Ramírez-Cruz, M.A. Martínez-Muñoz. 1992. Nuevos datos sobre la distribución y abundancia de lenguados (Pisces: Pleuronectiformes) en la costa del oeste de Baja California, México con aspectos biológicos y zoogeográficos. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.,* 37:97-119.

CORONADO-MOLINA, C. y F. Amezcua-Linares. 1988. Distribución y abundancia de los peces demersales de la costa de Guerrero en el Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM, 15(2):67-94.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1986. *Lista de peces del litoral colimense.* Informe interno. INP-Centro Regional de Investigación Pesquera, Manzanillo, 21p.

ELLIOT, J.M. 1973. *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Scientific Publication, 25. Freshwater Biological Assoc, Inglaterra, 143p.

ESCHMEYER, W. N., E.S. Herald y H. Hammann. 1983. *A field guide to Pacific Coast Fishes of North America from the Gulf of Alaska to Baja California*. The Peterson Field Guide Series, 28. Houghton Mifflin Co., Boston, 336p.

FILONOV, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima. *Ciencias Marinas*, 26(2):303-321.

GONZÁLEZ-SANSÓN, G., B. Aguilar P., J. Arciniega-F., R. García-Q., E. Godínez-D., V. Landa-J., J. Mariscal-R., J.E. Michel-M., M. Saucedo-L. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (Primavera 1995). *Ciencias Marinas*, 23(1):93-110.

Hensley, D.A. 1995a. Bothidae. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Vol. II. Vertebrados-Parte 1, Roma, pp. 931-936.

Hensley, D.A. 1995b. Paralichthyidae. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental.* Vol. III. Vertebrados-Parte 2, Roma, pp. 1349-1380.

Instituto Oceanográfico del Pacífico. 1995a. *Evaluación de los recursos naturales costeros de los estados de Jalisco y Colima.* Tomo I. Dirección General de Oceanografía Naval-Secretaría de Marina, México, 167p.

Instituto Oceanográfico del Pacífico. 1995b. *Evaluación de los recursos naturales costeros de los estados de Jalisco y Colima.* Tomo II. Dirección General de Oceanografía Naval-Secretaría de Marina, México, 183p.

Jordan, D.S. y B.W. Evermann. 1896-1900. The fishes of north and middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in waters of North America, north of the Isthmus of Panama. *Bull. U.S. Natl. Mus.* 47(1-4):1-3313.

Krebs, C.J. 1985. *Ecología: Estudio de de la distribución y abundancia*. Harla, México, 753p.

Krupp, F. 1995. Achiridae. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Vol. II. Vertebrados-Parte 1, Roma, pp. 845-850.

Loya-Salinas, D.H. y A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas*, 16(2):97-115.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-P., G. Lucano-R., A.R. Raymundo-H., L.E. Rodríguez-Ibarra, S. Ruíz-R. y G. González-S. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Colima y Jalisco, México (primavera, 1995). *Ciencias Marinas,* 24(1):35-54.

Meek, S.E. y S.F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. *Field. Mus. Nat. Hist. Publ.,* 15(1-3):1-1045.

Miller, D.J. y R.N. Lea. 1972. *Guide to the coastal marine fishes of California*. Dep. Fish & Game Fish Bull. 57, Sacramento, California, 249p.

Moles A. y B.L. Norcross. 1995. Sediment preference in juvenile Pacific flatfishes. *Neth. J. of Sea Res.,* 34(1-3):177-182.

Munroe, T.A. 1992. Interdigitation pattern of dorsal-fin pterygiophores and neural spines, an important diagnostic character for symphurine tonguefish (*Symphurus:* Cynoglossidae: Pleuronectiformes). *Bull. Mar. Sci.*, 50(3):357-403.

Munroe, T.A., F. Krupp, y M. Scheneider. 1991. Cynoglossidae. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Vol. II. Vertebrados-Parte 1, Roma, pp. 1039-1059.

Murakami, T. y K. Amaoka. 1992. Review of the genus *Syacium* (Paralichthyidae) with the description of a new species from Ecuador and Colombia. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 43(2):61-95.

Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the world.* John Wiley and Sons, Nueva York, 600p.

Norman, J.R. 1934. A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. *Brit. Mus. Nat. Hist.*, 1: 459p.

Odum, E.P. 1982. *Ecología*. Interamericana, México. 639 p.

Parker, R.H. 1964. Zoogeography and ecology of macroinvertebrates, particulary mollusks, in the Gulf of California and continental slope off Mexico. *Vidensk. Medd. Fra. Dansk. Naturhist. Foren,* 126:1-178.

Pérez-Mellado, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón.* Progr. Univ. de Alimentos, UNAM-ICMYL, INP, México. pp. 201-254.

Plascencia-González, H.G. 1993. *Contribución al conocimiento de las comunidades de peces asociados a los fondos blandos de la plataforma continental del sur de Sinaloa (PROYECTO SIPCO)*. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, UNAM. México, 198p.

Ramírez-Cruz, J.C. y M.A. Martínez-Muñoz. 1992. *Distribución y abundancia de Pleuronectiformes (Teleostei) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, 133p.

Ramírez-Hernández, E. y A. González-Pagés. 1976. *Catálogo de Peces Marinos Mexicanos*, Secretaría de Industria y Comercio-INP, México, 462p.

Ramírez-Rodríguez, M. 1987. Abundancia relativa de peces demersales en el Golfo de California durante 1979. *Inv. Mar. CICIMAR,* 3 (2):33-42.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfin. 1996. Nuevos registros de gasterópodos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 22(3):347-359.

Rodier, J. 1981. *Análisis de las aguas*. Omega, Barcelona. 1059p.

Rodríguez-Ibarra, L.E. 1995. *Ictiofauna de la región de la Bahía de Navidad, Jalisco, México.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG, Guadalajara, 73p.

Sommer, C. 1995. Pleuronectidae. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental.* Vol. III. Vertebrados-Parte 2, Roma, pp. 1381-1385.

Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema. 1989. *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306.1, Roma. 337p.

StatSoft. 2000. *Statistica for Windows (Computer program manual)*. Tulsa, OK. Email *info@statsoft.com.* Web: *http://www.statsoft.com*.

Tapia-García, M., M.C. García-Abad, G. González-M., M.C. Macuitl-M. y G. Cerdenares-L. de G. 1994. Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, México. *Trop. Ecol.*, 35(2):229-252.

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature,* 189: 732-735.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En*:* A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón.* Progr. Univ. de Alimentos, UNAM-ICMYL, INP, México. pp. 149-200.

Van der Heiden, A.M. y L.T. Findley. 1988. Lista de Peces Marinos del Sur de Sinaloa, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol*., 15(2):209-224.

Van der Heiden, A.M. y S. Mussot-Pérez. 1992. Secondary sexual dimorphism and dicromatism in Gulf of California flatfishes. *Copeia,* 4:1077-1080.

Van der Heiden, A.M.y S. Mussot-Pérez. 1995. *Citharichthys mariajorisae*, a new flatfish from the shallow coastal waters of the Eastern tropical Pacific (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Copeia*, 2:439-446.

Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California En: *Symposium: The bio-*

geography of Baja California and adjacent seas, Part II. Marine Biotas. *Syst. Zool.,* 9(3):123-133.

Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 9(5):271-294.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis.* 3ª ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 662p.

Anexo 1

Elenco sistemático de las especies de lenguados encontradas durante las campañas realizadas en la Plataforma continental de Jalisco y Colima, México

ORDEN PLEURONECTIFORMES
- FAMILIA BOTHIDAE
  - *Bothus* sp. 1
  - *Bothus* sp. 2
  - *Engyophrys sanctilaurentia* Jordan y Bollman, 1890
  - *Monolene asaedai* Clark, 1936
- FAMILIA PARALICHTHYIDAE
  - Grupo *Paralichthys*
    - *Ancylopsetta dendritica* Gilbert, 1890
    - *Paralichthys woolmani* Jordan y Williams *en* Gilbert, 1897
  - Grupo *Cyclopsetta*
    - *Citharichthys platophrys* Gilbert, 1891
    - *Citharichthys mariajorisae* van der Heiden y Mussot-Pérez, 1995
    - *Cyclopsetta panamensis* (Steindachner, 1876)
    - *Cyclopsetta querna* (Jordan y Bollman, 1890)
    - *Etropus crossotus* Jordan y Gilbert, 1882
    - *Syacium latifrons* (Jordan y Gilbert, 1882)
    - *Syacium longidorsale* Murakami y Amaoka, 1992
    - *Syacium ovale* (Günther, 1864)
- FAMILIA ACHIRIDAE
  - *Achirus mazatlanus* (Steindachner, 1869)
  - *Achirus scutum* (Günther, 1862)
  - *Trinectes fonsecensis* (Günther, 1862)
- FAMILIA CYNOGLOSSIDAE
  - *Symphurus atramentatus* Jordan y Bollman, 1890
  - *Symphurus fasciolaris* Gilbert, 1892
  - *Symphurus melanurus* Clark, 1936
  - *Symphurus prolatinaris* Munroe, Nizinski y Mahadeva, 1991
  - *Symphurus* sp.

Comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* en la costa de Jalisco y Colima, México

Mirella Saucedo Lozano[*]
Alma Rosa Raymundo Huizar[**]
Carmen Valadez González[*]

Resumen

Se analizó la alimentación de juveniles de las especies *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* en la costa de Jalisco y Colima, México, con el objetivo de realizar una comparación entre ambas especies, ya que coexisten en el mismo hábitat. Se capturó un total de 1164 organismos, de los cuales 915 eran *L. peru* y 249 *L. guttatus*. La identificación de los organismos presa se llevó a cabo hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se obtuvieron los valores de porcentaje numérico, porcentaje gravimétrico, frecuencia de aparición e índice de importancia relativa de cada uno de los organismos presa. La dieta de *L. peru* está compuesta principalmente por peces y estomatópodos, mientras que la de *L. guttatus* por peces y camarones. Se encontró que la alimentación varió a lo largo del año en relación con la talla y la profundidad en donde fueron capturados los organismos. Se observó una sobreposición de dietas de estos organismos en diciembre y enero. Las dos especies mostraron cierto grado de especialización ya que presentaron diversidad baja en el contenido estomacal (<0.5). Con los datos morfométricos de los dentarios, premaxilares y la longitud total de ambas especies, se realizó un análisis de componentes principales en el que se puede observar la separación entre las dos especies.

Palabras clave: Alimentación juveniles, *Lutjanus peru*, *Lutjanus guttatus*, Jalisco y Colima.

Introducción

Los hábitos alimentarios se encuentran relacionados con el proceso de búsqueda e ingestión de alimentos, que deberán distinguirse de la dieta alimenticia correspondiente al estudio de los materiales que habitualmente o fortuitamente llegan a comer. Los estudios encaminados a determinar esos hábitos tienen gran relevancia para comprender el papel que juega un organismo dentro del ecosistema, así como la forma en que se desarrolla su ciclo de vida (Lagler *et al.,* 1984).

El estudio de la alimentación de determinada especie mediante el análisis del contenido estomacal y de los mecanismos utilizados para capturar el alimento (forma y tamaño de los dientes y otras piezas óseas, como las mandíbulas), resulta de interés para conocer su biología, ya que las especies que se derivan de un antepasado común se diversifican al repartirse los recursos energéticos del ambienten que comparten (Gállego y Comas, 1998).

En la costa sur del estado de Jalisco y en el litoral de Colima los pargos conforman uno de los grupos de mayor atractivo comercial en las capturas porque son destinados al consumo humano. Dentro de este grupo, el huachinango (*Lutjanus peru*) y el lunarejo o flamenco (*Lutjanus guttatus*) se consideran entre las especies más importantes y comparten el mismo hábitat. La revisión bibliográfica mostró que el conocimiento sobre la biología de las poblaciones de *L. peru* y *L. guttatus* es escaso en México, incluyendo los aspectos relacionados con su alimentación (Díaz-Uribe, 1994; Santamaría-Miranda, 1996; Santamaría-Miranda y Elorduy-Garay, 1997; Saucedo-Lozano *et al*., 1999; Saucedo-Lozano y Chiappa-Carrara, 2000; Rojas-Herrera, 1996 y 2001), por lo que el presente trabajo tiene como propósito contribuir al conocimiento de la biología de estas especies y presentar una comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *L. peru* y *L. guttatus* para determinar las estrategias

[*] Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Gómez Farias #82, San Patricio-Melaque 48980. Jalisco, México. Correos electrónicos: salomi@costera.melaque.udg.mx. Valadezgonzalez02@yahoo.com

[**] Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias. Av. Universidad #203. Delegación Ixtapa. Puerto Vallarta, 48280. Jalisco, México. Correo electrónico: arhuizar@pv1.udg.mx

utilizadas por estas especies para compartir un mismo hábitat.

Métodos y materiales

Los ejemplares de *L. guttatus* y *L. peru* fueron recolectados en la plataforma continental de Jalisco y Colima, desde punta Farallón en la desembocadura del río Cuitzmala, estado de Jalisco (19°21' N, 105°01' O) en el norte, hasta Cuyutlán, estado de Colima (18°55' N, 105°01' O) en el sur (véase *figura 1* de Rodríguez-Ibarra, en este mismo libro), en un periodo comprendido entre julio de 1995 y junio de 1996.

Los muestreos se realizaron con el Barco de Investigación Pesquera BIP-V de la Universidad de Guadalajara, equipado para la pesca de arrastre de camarón con redes tipo semiportuguesas. Los arrastres fueron nocturnos y se realizaron en tres campañas de muestreo denominadas Demersales (noviembre-diciembre 1995, marzo y junio 1996) durante las que se realizaron arrastres en siete sitios (véase el mapa de Rodríguez-Ibarra en este mismo libro) en cuatro niveles batimétricos (20, 40, 60 y 80 metros). También se llevaron a cabo muestreos mensuales (julio, agosto y octubre de 1995; enero, abril y mayo de 1996) en Bahía Navidad, Jalisco y playa El Coco, Colima, a profundidades de 20 y 60 metros, con los mismos métodos que las campañas. En cada una de las profundidades se realizaron arrastres de aproximadamente 30 minutos de duración, con ambas redes simultáneamente, a una velocidad media de dos nudos. Cada organismo se midió para obtener la longitud total con un ictiómetro convencional (1 mm de precisión), se pesó con una balanza semi-analítica (0.1 g de precisión) y se le determinó el desarrollo gonadal con base en la escala morfocromática de Nikolsky (1963).

Debido a la diferencia natural en la longitud total del cuerpo de las dos especies se consideraron tres clases de talla (Tabla 1). Este agrupamiento permitió la comparación de la dieta de acuerdo con el crecimiento.

Tabla 1
Intervalos de talla (cm) establecidos para cada categoría

Categoría	*L. peru*	*L. guttatus*
Pequeños	4 – 9.9	6 – 14.9
Medianos	10 - 14.9	15 - 23.9
Grandes	15 - 31	24 - 35

Los estómagos fueron preservados en alcohol a 70% y analizados con una lupa binocular estereoscópica. Los diversos componentes de la dieta fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible, en función del grado de digestión en que se encontraban, con claves especializadas para cada grupo de organismos; para los invertebrados se usaron las de Rathbun (1930), Brusca (1980), Hendrickx y Salgado-Barragán (1991), Hendrickx (1995a, 1995b), Pérez-Farfante y Kensley (1997); y para peces las de Allen y Robertson (1994) y Allen (1995)

Se determinaron los índices Numérico (%N) y Gravimétrico (%P) de Rosecchi y Nouaze (1987), y el de Frecuencia de Aparición (%FA); con éstos se calculó el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas *et al*. (1971) para cada uno de los meses de muestreo, las categorías de tallas y la profundidad en donde fueron capturados los organismos. La evaluación cuantitativa del grado de uso de los recursos alimentarios que comparten ambas especies, al coexistir en un mismo hábitat, se realizó con un análisis de conglomerados por medio del índice de Morisita (1959), modificado por Horn (1966):

$$\text{Ec. 1} \quad \text{Im} = (2\sum_{i=1}^{n} XiYi) \cdot (\sum_{i=1}^{n} Xi^2 + \sum_{i=1}^{s} Yi^2)^{-1}$$

Donde Im es el índice de traslape entre dos especies depredadoras, *n* el número total de categorías alimenticias, *Xi* y *Yi,* son las proporciones de la dieta total de las especies *X* y *Y*, tomadas de la categoría alimenticia *i* con respecto al total de los recursos utilizados por ambas especies (i = 1, 2, 3,…..n). El índice varía de 0, cuando no hay elementos de la dieta en común, a 1 cuando todos los artículos alimentarios son comunes. Para corroborar los resultados de traslape de la dieta o las posibles diferencias de alimentación entre ambas especies, se utilizó la prueba de X^2 (Ludwing y Reynolds, 1988).

La amplitud del espectro trófico (amplitud de nicho) de cada una de las especies se evaluó mediante la diversidad del espectro alimentario con la medida de Levins (1968); para este índice se utilizaron los datos de peso y número, expresados en porcentaje. Esta medida se estandarizó para las fracciones de máxima amplitud posible por el método de Hespenheiden (1975):

$$\text{Ec. 2} \quad B = 1 \cdot (\sum_{i=1}^{n} P_j^{\,2})^{-1}$$

$$\text{Ec. 3} \quad B_a = (B - 1)\,(n - 1)^{-1}$$

Donde *B* es la medida de Levins sobre la amplitud de la dieta; B_a, la medida de Levins estandarizada; *Pj* equivale a la proporción con la que cada categoría de presa contribuye a la dieta y *n* es el número total de

recursos alimentarios. Los valores de B_a abarcan una escala de 0 a 1, B_a es mínimo cuando los individuos se alimentan preferentemente de un único tipo alimenticio (máxima especialización) y máximo cuando la especie consume los diferentes recursos alimentarios en la misma proporción (nicho trófico amplio).

Con el fin de determinar la relación o el parecido entre las dos especies, se utilizó la técnica de Componentes Principales (ACP) (Hair *et al.*, 1987), donde la identificación de la unidades de muestreo más similares (o disimilares) entre sí, realizada con base en su posición relativa en uno o más ejes, provee información acerca de los factores que pueden ser responsables de su similitud y permite aclarar aquellos factores biológicos y ambientales que determinan la estructura de los datos (Ludwing y Reynolds, 1988). El ACP se realizó con la matriz de las medidas de mandíbulas, para lo cual se extrajeron los dentarios y premaxilares de 21 ejemplares de *L. peru* y *L. guttatus*, de acuerdo con la metodología propuesta por Gállego *et al.* (1995). Se tomaron siete medidas para dentarios (D) y premaxilares (PM): 1) longitud del cuerpo (a-b); 2) longitud de apófisis inferior (a-e); 3) longitud del apófisis superior (a-d); 4) longitud del área dentaria (a-b); 5) altura del apófisis inferior (e-g); 6) altura del apófisis superior (d-f) y 7) altura total (f-g); además de la longitud total de cada uno de los organismos (L_{tot}) (Fig. 1). El ACP se aplicó a los datos sin transformar y se calculó con el programa ADDAD (Logiciel D'analyse des Dones) Módulo ANCOMP Versión 89.2-Micro.

Resultados

Los ejemplares de *L. guttatus* fueron capturados a lo largo de seis meses (julio, noviembre, diciembre, enero mayo y junio), mientras que los de *L. peru* en diez meses de muestreo.

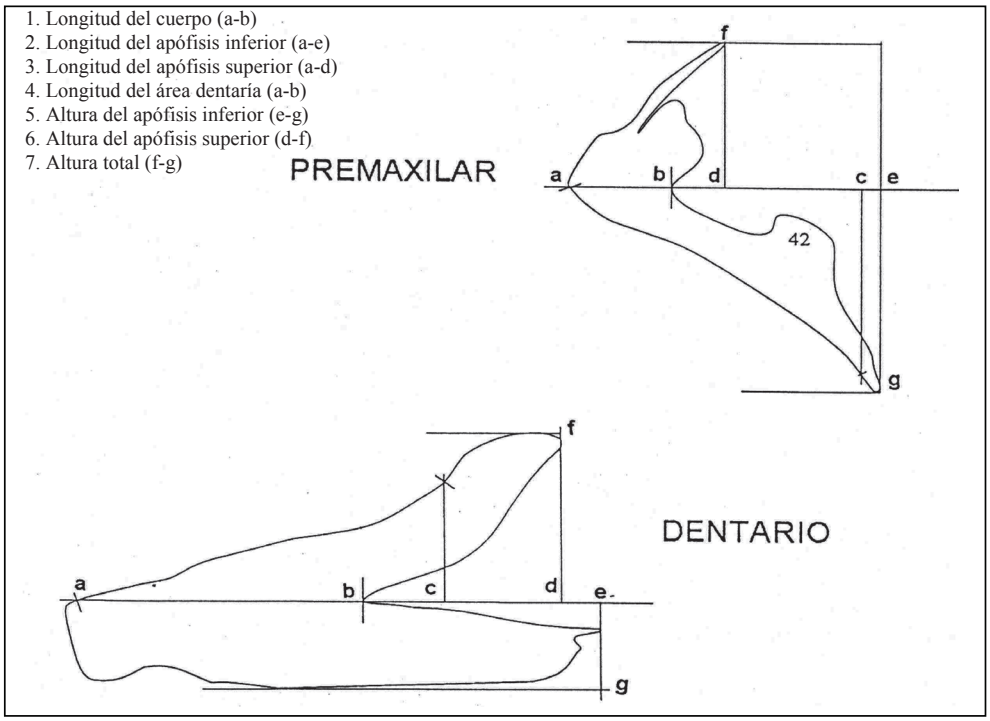
Los organismos de *L. peru* fueron recolectados en profundidades de 20, 40 y 60 m, en este último nivel se encontró menor cantidad de individuos (53), mientras que en el de 80 metros la captura fue nula. Los ejemplares de *L. guttatus* aparecieron únicamente en los arrastres efectuados a profundidades de 20 y 40 metros, a pesar de que el esfuerzo de muestreo fue similar en todos los estratos.

Las longitudes totales máxima y mínima de *L. peru* fueron de 30.3 cm y 4.1 cm, mientras que las de *L. guttatus* fueron de 34.1 cm y 6.6 cm, respectivamente. El peso máximo de *L. peru* fue de 279.1 g y el mínimo de 1 g; para *L. guttatus* el máximo fue de 450 g y el mínimo de 6.6 gramos.

Los estómagos analizados fueron 1 164; la mayoría correspondió a *L. peru,* de donde 219 (23.9%) estaban vacíos y 696 (76.1%) con contenido. Por su

Figura 1

Esquema de las medidas tomadas a los premaxilares y dentarios de los juveniles de *L. peru y L. guttatus*



parte, de los 249 estómagos de *L. guttatus,* el 13.7% estuvieron vacíos y 86.3% con contenido.

Una vez estimados los distintos índices se observó que el numérico y el de frecuencia de aparición sobrestimaron el Índice de Importancia Relativa de algunos componentes alimentarios, por lo que se consideró pertinente basar los resultados en el índice gravimétrico (%P). En ambas especies se registraron componentes alimentarios pertenecientes a cuatro taxones mayores: peces, crustáceos, moluscos y anélidos; los cuales se agruparon en seis denominaciones por ser los más representativos: Familia Congridae, Peces, Estomatópodos, Camarones, Otros crustáceos y Otros.

En el contenido estomacal de *L. peru* se registraron 41 elementos, entre los cuales los más frecuentes fueron los peces de la familia Congridae, estomatópodos como *Squilla hancocki*, el grupo de "Otros crustáceos" y el de "Restos de crustáceos". En cambio, en los estómagos de *L. guttatus* se registraron 30 componentes, de los cuales, los más abundantes fueron los camarones con *Trachysalambria brevisuturae,* y los peces con *Eucinostomus gracilis* (Tabla 2).

Se observaron algunas variaciones en el análisis anual del espectro alimentario de *L. peru*, ya que en julio, agosto y mayo, los organismos más importantes fueron los Estomatópodos; en octubre los Camarones, en noviembre los peces de la familia Congridae, mientras que en diciembre, enero, marzo, abril y junio el grupo de Otros Crustáceos. En lo que respecta a *L. guttatus,* también se encontraron variaciones a lo largo del año, ya que en julio y diciembre los organismos más abundantes fueron los del grupo de los Camarones, en noviembre y mayo, el grupo de los Peces, en enero el grupo de Otros y por último, en junio, los Otros Crustáceos (Fig. 2).

Figura 2
Porcentaje en peso de los grupos de presas de juveniles de *L. peru* y *L. guttatus* en un periodo anual. En el tope de cada barra se incluye el número de estómagos analizados

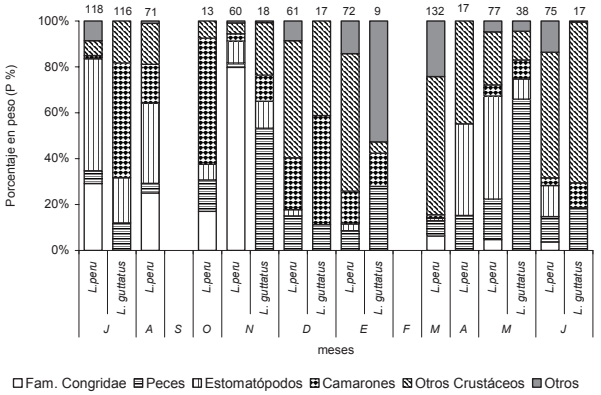


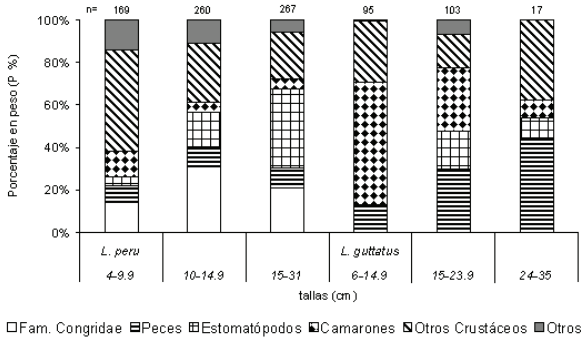
Tabla 2
Porcentaje peso (%p) de las presas de juveniles de *L. peru* y *L. guttatus,** porcentajes bajos

	Lutjanus peru	*Lutjanus guttatus*
PRESAS	%P	%P
PECES		
Familia Congridae	23.01	4.60
Familia Engraulidae		3.40
Porichthys sp.	0.02	
Xenomystax atrarius	0.41	
Apogon retrosella	0.58	
Pontinus sp	0.07	
Bathycongrus sp.	0.44	
Prionotus sp		1.00
Polydactylus opercularis		2.60
Eucinostomus gracilis		7.00
Larvas de peces	0.41	
Restos de peces	7.48	10.71
ESTOMATOPODOS		
Eurysquilla veleronis	1.56	
Squilla parva	0.81	9.49
Squilla hancocki	13.57	
Squilla sp.	4.97	1.80
Meiosquilla swetti	4.04	
Restos de estomatópodos	3.90	1.72
CAMARONES		
Trachysalambria brevisuturae	2.00	13.68
Rimapenaeus fuscina		0.20
Trachypenaeus sp.	0.34	1.41
Sicyonia disdorsalis	0.22	7.90
Sicyonia sp.	0.13	0.10
Processa peruviana	0.06	
Ogyrides alphaerostris	0.03	
Juveniles de peneidos	1.36	3.57
Peneidos	1.16	4.09
OTROS CRUSTACEOS		
Portunus xantusii	*1.80*	*1.34*
Portunus asper	*0.34*	*6.40*
Restos de portúnidos	5.39	1.00
Euryplax polita	0.66	0.70
Raninoides benedicti	0.08	0.01
Albunea lucacia	0.01	2.50
Parapinnixa sp.		0.10
Sapphirina sp.	0.01	
Familia Porcelanidae		0.10
Cycloes bairdi	0.17	
Collodes tenuirostris	*	
Anfípodos	4.24	
Subclase Ostracoda		0.02
Larva megalopa	0.12	0.02
Larva zoea	0.02	
Restos de crustáceos	12.78	10.21
OTROS		
Familia Amphinomidae (poliquetos)	1.47	0.05
Loliolopsis diomedeae (calamar)	0.58	3.40
Semel sp.	0.01	
Familia Naticidae (moluscos)	0.03	
Restos de erizo	0.02	
Materia orgánica	5.31	0.90

Se observaron diferencias en el tipo de alimento de acuerdo con la talla de los organismos de *L. peru*; en los pequeños el mayor porcentaje correspondió al grupo de Otros Crustáceos; para los de talla media, los peces de la familia Congridae y de los grandes, los estomatópodos. En contraste, en *L. guttatus*, se encontró que los pequeños se alimentan principalmente de camarones, mientras que los medianos, de camarones y peces; y los grandes, de peces (Fig. 3).

Figura 3

Porcentaje en peso de los grupos de presas de juveniles de *L. peru* y *L. guttatus* con respecto a la talla (cm). En el tope de cada barra se incluye el número de estómagos analizados

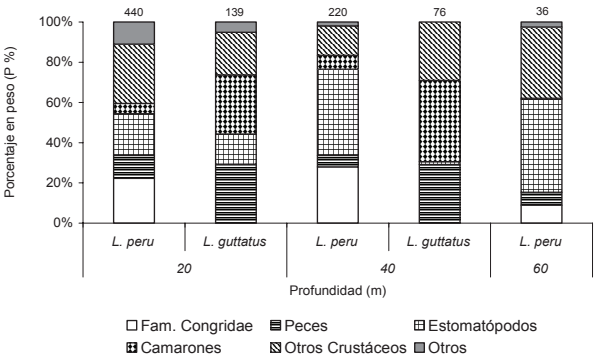


También hubo variación en la preferencia alimenticia con respecto a la profundidad promedio en la que fueron capturados los juveniles de *L. peru;* así, en el nivel de 20 m el grupo más abundante fue el de Otros Crustáceos y en las profundidades de 40 m y 60 m los que obtuvieron el mayor porcentaje fueron los Estomatópodos. Sin embargo, entre los individuos de *L. guttatus* no se observaron cambios, ya que en los individuos colectados a 20 m y 40 m, el grupo más representado fue el de los camarones (Fig. 4).

Los meses en los que concurrieron ambas especies fueron julio, noviembre, diciembre, enero, mayo y junio. Según los resultados del índice de similitud trófica de Morisita, existe un traslape de dietas en diciembre de acuerdo con el número (0.90) y el peso (0.84), mientras que en enero, sólo en número (0.63). Lo anterior se corroboró con los resultados del análisis de X^2 que arrojaron resultados significativos en diciembre ($X^2 = 4.44$; $p<0.05$) para el número (Tabla 3).

Figura 4

Porcentaje en peso de los grupos de presas de juveniles de *L. peru* y *L. guttatus* con respecto a la profundidad (m) de captura. En el tope de cada barra se incluye el número de estómagos analizados



La diversidad del espectro alimentario, considerada también como la amplitud del nicho trófico, indica el grado de especialización de los hábitos alimentarios de una especie. En todos los meses la diversidad fue menor a 0.5, por lo que se puede concluir que las dos especies presentan cierto grado de especialización. *L. peru* mostró la mayor amplitud en cuanto al porcentaje en número en julio (0.13), agosto (0.12) y junio (0.13); mientras que *L. guttatus* en noviembre (0.24) y enero (0.14) (Fig. 5a). En lo que respecta al porcentaje en peso, en *L. peru* el mayor índice de diversidad se obtuvo en julio (0.13), agosto (0.15), octubre (0.15) y junio (0.11) y en *L. guttatus* en julio (0.23) y noviembre (0.20) (Fig. 5b).

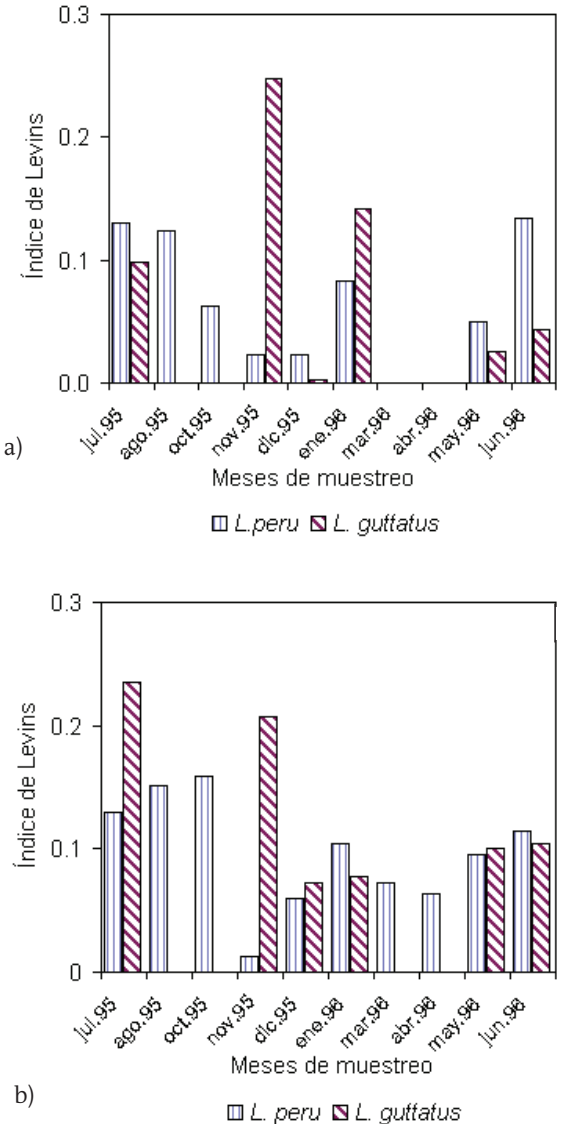
La comparación de las dos especies, mediante el análisis de componentes principales (ACP) de las me-

Tabla 3

Resultados del índice de traslape de Morisita (1959) modificado por Horn (1966) para el número y peso de las presas y X^2 para el número y peso de las presas de *L. peru* y *L. guttatus*

Mes	*Número*	*Peso*	*X^2 en número*	*X^2 en peso*
Julio 1995	0.38	0.19	3.29	3.06
Noviembre 1995	0.51	0.17	2.42	2.05
Diciembre 1995	**0.90**	**0.63**	**4.44**	2.43
Enero 1996	**0.84**	0.30	2.06	1.80
Mayo 1996	0.02	0.28	2.93	1.51
Junio 1996	0.11	0.50	1.31	3.23

Figura 5
Comparación de la diversidad trófica en cada uno de los meses de muestreo



a) por número de las presas de *L. peru* y *L. guttatus* y b) por peso de las presas de *L. peru* y *L. guttatus.*

Figura 6
Análisis de los componentes principales de *L. peru* (P) y *L. guttatus* (G) en los dentarios

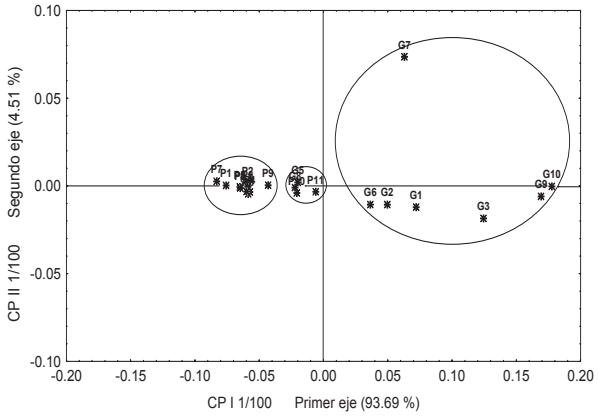
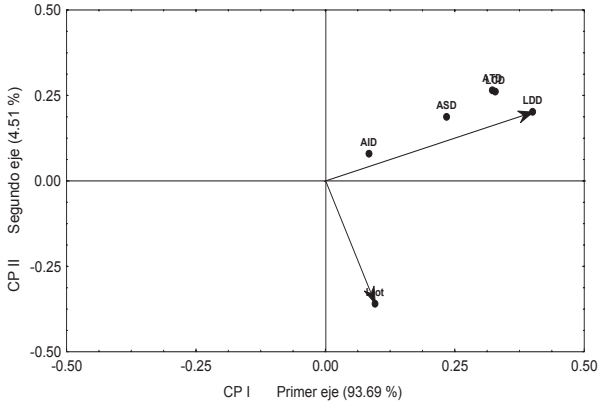


Figura 7
Análisis de componentes principales en cuanto a las medidas de *L. peru* y *L. guttatus* y los dentarios



LCD= longitud del cuerpo dentario, LDD= longitud del área dentaria, AID= altura del apófisis inferior, ASD= altura del apófisis superior, ATD= altura total del dentario y L_{tot} = longitud total del organismo.

didas de los dentarios y premaxilares, muestra que los dos primeros ejes explican un alto porcentaje de la varianza total. En los análisis aplicados a los dentarios, el primer eje representa 93.69% y el segundo 4.51%. En la *figura 6* se observan los tres grupos que se forman: en uno de ellos se encuentran los organismos de *L. peru*, en el otro los de *L. guttatus,* y en el tercero, individuos de ambas especies (Fig. 6). En lo que se refiere a las medidas, la longitud del área dentaria del dentario (LDD) y la longitud total del organismo (L_{tot}), fueron las que tuvieron mayor influencia en la separación de las dos especies, dado que explicaron un mayor porcentaje de la varianza (Fig. 7).

En el ACP de los premaxilares el primer eje explicó un porcentaje de 95.85 % y el segundo de 3.2 %, lo que suma 99.05 %. Se observaron dos grupos, uno de ellos formado por organismos de *L. peru* y otro por los de *L. guttatus*, a excepción de un ejemplar de éstos últimos que se traslapó con los de *L. peru* (Fig. 8). A diferencia de lo que se encontró en el ACP de los dentarios, en los premaxilares las medidas que más influyeron en la separación de las dos especies, porque explicaron el mayor porcentaje de la varianza, fueron la longitud del

Figura 8
Análisis de componentes principales de *L. peru* (P) y *L. guttatus* (G) en los premaxilares

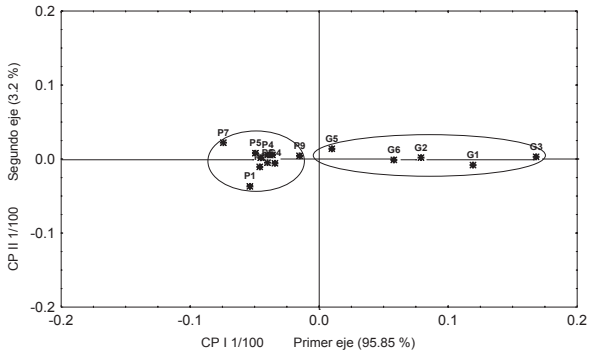
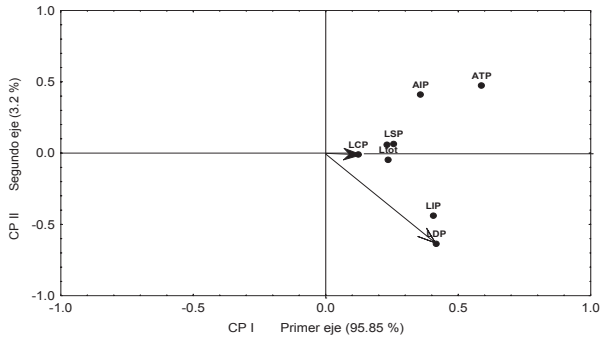


Figura 9
Análisis de componentes principales en cuanto a las medidas de *L. peru* y *L. guttatus* y los premaxilares



cuerpo del premaxilar (LCP) y la longitud del área dentaria de los premaxilares (LDP) (Fig. 9).

Discusión

Los resultados permiten suponer que los organismos juveniles de estas especies en la costa de Jalisco y Colima habitan en zonas someras de fondos blandos cercanas a ambientes rocosos, posiblemente por que éstas presentan características adecuadas para su crianza y refugio. Madrid-Vera (1990) menciona que los juveniles de *L. guttatus* y *L. peru* con frecuencia se encuentran juntos en las áreas costeras protegidas. Rojas (1996-1997) encontró a los juveniles de *L. guttatus* en los manglares que rodean el Golfo de Nicoya en Costa Rica. Acal y Arias (1990) reportaron capturas de *L. guttatus* obtenidas en arrastres realizados a profundidades de 0 a 50 m y, muy rara vez, en las de 50 a 100 m. Castro-Aguirre (1978) señala que esta especie puede penetrar a aguas continentales, lo que también se ha observado en juveniles de otras especies de pargos, como el *L. griseus*, en zonas de crianza de Florida (Chester y Thayer, 1990) y Cuba (Báez-Hidalgo *et al*., 1980), *Pristipomoides filamentosus* y *Aprion virescens* en Hawai (Parrish, 1989; Parrish *et al*., 1997).

Los análisis realizados con los distintos índices (%N, %P, %FA Y IIR) mostraron que los basados en los índices %N y %FA, sobrestimaron el IIR de algunos componentes alimentarios, por esta razón, se consideró pertinente hacer la interpretación de los resultados con base en el porcentaje en peso. Al respecto Yáñez-Arancibia *et al*. (1976) mencionaron que la relación de los índices (%N, %P, %FA y IIR) es muy útil, pero poco práctica para peces que se alimentan de organismos y partículas de diferentes tamaños, además de que el índice numérico en sí, presenta más inconvenientes que ventajas, ya que al cuantificar unidades, le otorga el mismo valor a un foraminífero, que a una jaiba o a un pez, lo que lo hace necesariamente poco preciso.

Se observaron diferencias del espectro alimentario a lo largo del año, entre los individuos de ambas especies. Esta variedad de los recursos alimentarios podría ser una respuesta a los cambios estacionales que rigen la disponibilidad y la abundancia del alimento en el área de estudio. Por otro lado, en los meses en que ocurrieron ambas especies, las presas más abundantes fueron diferentes, a excepción de junio, cuando las dos se alimentaron de peces. Lo anterior posiblemente es una estrategia para subsistir en el mismo hábitat y evitar la competencia por el alimento. Por otra parte, Prejs y Colomine (1981) mencionan que los hábitos alimentarios pueden cambiar entre los individuos de una misma especie, dependiendo de la localidad, las condiciones del alimento, la estacionalidad, la edad o el sexo. Asimismo, Rojas-Herrera (1996), encontró que la composición del espectro alimentario de *L. guttatus* varió con la época del año; mientras que Santamaría-Miranda y Elorduy-Garay (1997) notaron variaciones estacionales en la alimentación de *L. peru*, en el estado de Guerrero. Este tipo de comportamiento también ha sido observado en otras especies de lutjánidos tales como *L. synagris, L. griseus, L. apodus, L. analis*, *Ocyurus chrysurus* (Sierra, 1996-1997), *L. analis* y *L. jocu* (Guevara- Carrio *et al*., 1994).

Los juveniles de *L. peru* y *L. guttatus* presentaron diferencias alimentarias dependientes de la talla, ya que los organismos clasificados en tres categorías (pequeños, medianos y grandes) se alimentaron de presas distintas, lo que podría ser una estrategia para optimizar el recurso del alimento y reducir o evitar la competencia, tanto interespecífica como intraes-

pecífica, y permitir la coexistencia de los individuos de diferentes edades y especie en la misma área. De manera similar se podrían interpretar las diferencias en la alimentación con respecto a la profundidad que se observaron entre los ejemplares de *L. peru* y aunque los juveniles de *L. guttatus* no tuvieron esta variación, cuando los individuos de ambas especies se presentaron en la misma profundidad se alimentaron de presas distintas.

Díaz-Uribe (1994) encontró diferencias en el espectro alimentario de adultos y juveniles de *L. peru*. Santamaría-Miranda (1998), por su parte, detectó variaciones en la alimentación entre los individuos de tallas menores con respecto a los más grandes en esta misma especie. Rojas (1996-1997) reportó diferencias alimentarias entre los individuos clasificados en tres intervalos de talla (<20 cm, de 20 a 25 cm, >50 cm) de *L. guttatus* en el Golfo de Nicoya; de manera similar, en la costa de Guerrero, Rojas-Herrera (1996) observó diferencias en la preferencia alimentaria según la talla de los organismos para esta misma especie. Esto ha sido reportado para otras especies de la misma familia como *L. griseus* en las lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba (González-Sansón y Rodríguez-Montoro 1985) y en la bahía de la Florida (Hettler 1989); *L. analis* en el Archipielago de los Canarreos, Cuba (Guevara-Carrio *et al*., 1994); y *L. colorado*, en el Golfo de Nicoya (Rojas, 1997).

En el presente trabajo se encontró que los juveniles de *L. peru* basan su alimentación principalmente en peces de la familia Congridae, Estómatopodos y el grupo de Otros Crustáceos, mientras que los de *L. guttatus* en el grupo de peces, camarones y Otros Crustáceos. Rojas-Herrera (2001) reportó que *L. peru* se alimenta principalmente de peces de la familia Engraulidae y Clupeidae, además de estomatópodos y peneidos y que *L. guttatus* prefiere los peces y crustáceos. En comparación, en las bahías de la Paz y la Ventana, BCS, Díaz-Uribe (1994) reportó que *L. peru* se alimenta principalmente de organismos planctónicos, como urocordados (salpas y doliólos), y en menor proporción de moluscos, crustáceos y peces. Estas diferencias posiblemente estén relacionadas con la abundancia y la disponibilidad de los diferentes organismos que pueden constituir la base del alimento de estas especies. Se han reportado variaciones en la dieta de individuos de la misma especie que habitan en diferentes localidades para otros Lutjánidos, como *L. griseus* (Starck, 1971) y *L. apodus* (Rooker, 1995).

Los ejemplares de *L. peru* y *L. guttatus* presentaron 22 presas en común; sin embargo, el índice de Morisita sugiere que las dietas sólo se sobrepusieron en diciembre y enero, cuando el número de presas comunes fue de tres y ocho presas, respectivamente, mientras que en los meses en los que compartieron mayor número de ellas, julio (14) y noviembre (12), los resultados fueron bajos. Posiblemente esto se deba a que cuando haya una gama más amplia de fuentes de alimento, la diversidad de elementos alimenticios que tienen los organismos será mayor (Prejs y Colomine, 1981), de ahí la posibilidad de traslape de dietas se reduce y, por el contrario, al disminuir la diversidad de las especies-presa, aumenta la posibilidad de que exista sobreposición de dietas.

A pesar de que *L. peru* y *L. guttatus* mostraron un número elevado de presas a lo largo del año (41 y 30, respectivamente), la amplitud del espectro trófico fue pequeña. En *L. peru* los meses en que se registró mayor número de presas fueron julio (22 componentes) y marzo (20); mientras que la diversidad de las presas de *L. guttatus* fue mayor en julio (20). Estos resultados posiblemente estén relacionados con la abundancia y la disponibilidad de los organismos que constituyen la base alimentaria de estos depredadores, los que a su vez dependen de los cambios ambientales y latitudinales. El espectro alimentario de *L. peru* en el estado de Guerrero (Santamaría-Miranda, 1998) fue amplio y estuvo integrado por 53 componentes, pertenecientes a tres taxones mayores: moluscos, crustáceos y peces. Rojas-Herrera (2001) encontró que 94 presas componían el espectro de *L. guttatus* en el litoral de ese mismo estado, agrupadas en tres taxones mayores: peces, crustáceos y moluscos.

Aún cuando a simple vista no son apreciables las diferencias anatómicas entre dentarios y premaxilares de ambas especies, los resultados del análisis morfométrico de estas estructuras con el ACP, indicaron una clara separación de las dos especies; entre los dentarios la diferencia fue evidente entre la LDD y L_{tot} y entre los premaxilares la LCP y LDP. Lo anterior permite suponer que los organismos en cuestión utilizan estrategias alimenticias estrechamente relacionadas con adaptaciones evolutivas para repartirse las presas en el área que comparten y de ese modo evitar la competencia por los recursos alimentarios; sin embargo, esta hipótesis debe ser corroborada por otros estudios. Al respecto Gállego y Comas (1998) mencionan que las especies estrechamente relacionadas, derivadas de un antepasado común, se diversifican al repartirse los recursos energéticos del ambiente que comparten. Por otro lado, Gállego y Mitjan (1985) señalan que la forma corporal de los animales, su modo de locomoción, el hábitat, etc., proporcionan datos que permiten identificar a las especies y conocer la forma en que se han diferenciado. En este sentido, puesto que la alimentación y el modo de conseguirla están directamente relacionados con los caracteres citados, es lógico suponer que las piezas bucales

ayuden también distinguir a las especies y, en última instancia, a conocer su diversificación.

Conclusiones

A pesar de haberse presentado una sobreposición ocasional en cuanto al alimento consumido por ambas especies, que además coincidió con una notable disminución en el número de presas comunes; los resultados obtenidos muestran una clara especificidad, tomando en cuenta los siguientes factores: la variación temporal, la diversidad de tallas y los diferentes niveles batimétricos. Estas especies tienen una estrategia que permite evitar una fuerte competencia por el alimento disponible, a pesar de que en etapas juveniles coexisten en nichos similares.

Agradecimientos

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento por su colaboración en la identificación de los organismos presa a Víctor Landa Jaime del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara, a L. Estela Rodríguez Ibarra del CIAD Mazatlán y a Rafael García de Quevedo M., del departamento de Ciencias de la Universidad de Guadalajara, así como a toda la tripulación del Barco de Investigación Pesquera BIP-V.

Referencias bibliográficas

Acal, D.E. y A. Arias. 1990. Evaluación de los recursos demersopelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas,* 16(3):93-129.

Allen, G.R. 1995. Lutjanidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter. y V.H Niem. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*, III, FAO, Roma. pp. 1231-1244.

Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press, EU. 332p.

Báez-Hidalgo, M., L. Álvarez-Lajonchere y B. Pedrosa-Tabio. 1980. Edad y crecimiento del caballerote *Lutjanus griseus* (Linné) en Tunas de Zaza, Cuba. *Rev. Invest. Mar.,* 1(3-5):135-150.

Brusca, R.C. 1980. *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. 2ª ed. University of Arizona Press, Tucson Arizona. 153p.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos.* Serie Científica, 19. Departamento de Pesca. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca, México. 289p.

Chester, A.J. y G.W. Thayer.1990. Distribution of spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*) and gray snapper (*Lutjanus griseus*) juveniles in seagrass habitats of western Florida Bay. *Bulletin of Marine Science*, 46(2):345-357.

Díaz-Uribe, J.G. 1994. *Análisis trofodinámico del huachinango (*Lutjanus peru*) en las Bahías de la Paz y la Ventana, BCS, México*. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada. 57p.

Gállego, L. y M.A. Comas. 1998. La alimentación de los Blénidos (Blenniidae: Osteichthyes) en las Islas Baleares. *Cuadernos de Zoología,* 4:1-9.

Gállego, L., T. Mira, N. Pou, R. Lambea y G. Bernal. 1995. La biometría y la informática, herramientas para la determinación de piezas anatómicas. *Historia Natural 93*. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC.) Jaca-Huesca, pp. 309-318.

Gállego, L. y G. Mitjans. 1985. La diversificación de los Sparidae (Pisces) basada en las formas dentarias. *Trazos. Trabajos Zoológicos,* 3:1-26.

González-Sansón, G. y J. Rodríguez-Montoro. 1985. Alimentación natural de algunas especies de peces depredadores en las lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. *Rev. Investigaciones Marinas,* 6(2-3):91-99.

Guevara-Carrio, E., A. Bosch-Méndez, R. Zuárez-Mulkay y R. Lalana-Rueda. 1994. Alimentación Natural de tres especies de pargos (Pisces:Lutjanidae) en el archipiélago de los Canarreos, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 15(4):63-72.

Hair, J.F. Jr., R.E. Andeson y R.L. Tatham. 1987. *Multivariate data analysis with readings*. Mac Millan, EU, 449p.

Hendrickx. M.E. 1995a. Camarones. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*, I, FAO, Roma. p. 417-528.

Hendrickx, M.E. 1995b. Cangrejos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*, I, FAO, Roma. p. 565-630.

Hendrickx M.E. y J. Salgado-Barragán. 1991. *Estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano*. Publicaciones especiales. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 20:1-200.

Hespenheiden, H.A. 1975. *Ecología de los productores primarios en la Laguna de Celestún, México. Patrones de variación espacial y temporal*. Tesis de Doctorado. Universidad de Barcelona, España. 233p.

Hettler, W.F. Jr. 1989. Food habits of juveniles of spotted seatrout and gray snappers in western Florida Bay. *Bulletin of Marine Science*, 44(1):155-162.

Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100:24-419.

Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.M. Passino. 1984. *Ictiología*. AGT. México. 489p.

Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments: Some theoretical explorations*. Princeton University Press, Nueva Jersey. 120p.

Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. Wiley Interscience, EU. 337p.

Madrid-Vera, J. 1990. *Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial.* Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 179p.

Morisita, M. 1959. Measuring interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Kyushu Ser.,* 3:65-80.

Nikolsky, G.V. 1963. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, Londres. 352p.

Parrish, F.A. 1989. Identification of habitat of juvenile snappers in Hawaii. *Fishery Bulletin*, 87:1001-1005.

Parrish, F.A., E.E de Martini y D.M. Ellis. 1997. Nursery habitat in relation to production of juvenile pink snapper, *Pristipomoi-*

des filamentosus, in the Hawaiian Archipelago. *Fishery Bulletin*, 95:137-148.

Pérez-Farfante, I. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and Sergestotoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mémoirs du Muséum nationale d'Histoire naturelle,* 175:1-233.

Pinkas, L., M.S. Oliphant y L.K. Iverson. 1971. Food habitats of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish and Game, Fish. Bull*., 152:1-105.

Prejs, A. y G. Colomine. 1981. *Método para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces*. Univ. Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Polonia. 127p.

Rathbun, M.J. 1930. The cancroid crabs of America of the families Eurylidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cangridae and Xanthidae. *Bulletin of the U.S. National Museum*, 152:1-593.

Rojas, M.J.R. 1996-1997. Hábitos alimentarios del pargo manchado *Lutjanus guttatus* (Pices:Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3)/45(1):471-176.

Rojas, M.J.R. 1997. Dieta del 'pargo colorado' *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya. Costa Rica. *Rev. Biol. Trop*., 45(3):1173-1183.

Rojas-Herrera, A.A. 1996. Análisis de la alimentación del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces:Lutjanidae) de la Costa de Guerrero, México. *Memorias I Encuentro regional sobre investigación y desarrollo costero: Guerrero, Oaxaca y Chiapas*. p. 10.

Rojas-Herrera, A.A. 2001. *Aspectos de dinámica poblacional del huachinango* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco* Lutjanus guttatus *(Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del Litoral de Guerrero, México*. Tesis de doctorado. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zoología. UdeC, Tecomán, 194p.

Rooker, J.R. 1995. Feeding ecology of the schoolmaster snapper *Lutjanus apodus* (Walbaum), from southwestern Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*, 56:881-894.

Rosecchi, E. y Y. Nouaze. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans I'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pêches Mari*t., 49 (3-4):11-123.

Santamaría-Miranda A. 1996. *Hábitos alimenticios del huachinango,* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1992) de la Costa Chica de Guerrero*. Memorias del x Congreso Nacional de Oceanografía. Manzanillo, Colima. 4 al 7 de noviembre de 1997. p. 59.

Santamaría-Miranda A. 1998. *Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango,* Lutjanus peru*, (Nichols y Murphy, 1922) Pices: Lutjanidae en Guerrero, México*. Tesis de Maestría. cicimar-ipn. La Paz, 64p.

Santamaría-Miranda A. y J.F. Elorduy-Garay. 1997. *Hábitos alimenticios del huachinango,* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1992) de la Costa de Guerrero, México.* Memorias del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, 3 al 5 de febrero, p. 54.

Saucedo-Lozano, M. y X. Chiappa-Carrara. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas,* 34(2):159-180.

Saucedo-Lozano, M., G. González-Sansón y X. Chiappa-Carrara. 1999. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 25(3):381-400.

Sierra, L.M. 1996-1997. Relaciones tróficas de los juveniles de cinco especies de pargos (Pisces: Lutjanidae) en Cuba. *Rev. Biol. Trop*., 44(3)/45(1):499-506.

Starck, W.A. 1971. Biology of the gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) in the Florida Keys. *Studies in Tropical Oceanography*, 10:11-150.

Yáñez-Arancibia A., J. Curiel-Gómez y V.L. de Yáñez. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología unam*, 3(1):125-180.

Dieta de siete especies de peces de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México

Alma R. Raymundo Huizar[*]
Mirella Saucedo Lozano[**]
Carmen Valadez González[**]

Resumen

Se analizó un total de 1 343 contenidos estomacales de siete especies de peces demersales (*Diodon hystrix, D. holocanthus, Cynoscion nannus, Gymnothorax equatorialis, Prionotus ruscarius, Scorpaena russula, Pseudupeneus grandisquamis*) colectadas en las costas de Jalisco y Colima, México. Se utilizó el Índice de Importancia Relativa para determinar las principales especies presas. Se observaron cambios en su dieta entre las estaciones del año y con respecto a la talla de los organismos analizados.

Palabras clave: Contenidos estomacales, análisis de dieta, peces demersales, Jalisco, México.

Introducción

Las comunidades demersales están constituidas por un grupo muy numeroso y característico de especies de peces e invertebrados, que desarrollan al menos una parte de su ciclo vital en estrecha relación con el fondo (Yáñez-Arancibia, 1985), que incide en el comportamiento reproductivo, los patrones de migración y los hábitos alimentarios (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). El conocimiento de la alimentación funciona como un instrumento importante para poder describir y entender la estructura de una comunidad (Dagg *et al.*, 1993).

* Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias. Av. Universidad 203. Delegación Ixtapa. Puerto Vallarta, 48280. Jalisco, México. Correo electrónico: arhuizar@pv.udg.mx

** Universidad de Guadalajara. Centro Univerisitario de la Costa Sur. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Gómez Farias 82, San Patricio-Melaque, 48980. Jalisco, México. Correo electrónico: salomi@costera.melaque.udg.mx, valadezgonzalez02@yahoo.com

El estudio sobre la ecología trófica de los peces es, sin duda, uno de los aspectos determinantes tanto para el conocimiento de la dinámica de los procesos que ocurren en el organismo, como para establecer el intrincado mecanismo de la adaptaciones de las especies con el medio y sus relaciones intra e interespecíficas. Es importante resaltar que las relaciones más complejas y multidireccionales del organismo con el ambiente se establecen con el alimento (Sierra *et al.,* 1994).

Con esta base, en el presente estudio se hizo un análisis de la ecología alimenticia de los peces que se presentaron de forma abundante y constante en los primeros trabajos realizados en el área de estudio sobre la fauna de acompañamiento del camarón (Aguilar-Palomino *et al*., 1996; Mariscal-Romero *et al*., 1998). Siete especies fueron consideradas: *Diodon hystrix, D. holocanthus, Cynoscion nannus, Gymnothorax equatorialis, Prionotus ruscarius, Scorpaena russula* y *Pseudupeneus grandisquamis.*

Métodos y materiales

El área de estudio comprende la franja de la plataforma continental que se extiende entre las isobatas de 10 y 90 m aproximadamente, desde Punta Farallón, en la desembocadura del río Cuitzmala, (19°21' N, 105°01' O); hasta Cuyutlán, (18°55' N, 104°07' O).

El material se recolectó a bordo del barco de investigación pesquera *BIP V* de la Universidad de Guadalajara. Esta embarcación mide 12 m de eslora y cuenta con equipo para la pesca de arrastre, consistente en dos redes tipo semi-portuguesa. Se realizaron cuatro campañas de muestreo denominadas Demersales: DEM II (noviembre-diciembre 1995), DEM III (marzo 1996), DEM IV (junio-julio 1996) y DEM V (noviembre-diciembre 1996). En cada una se consideraron siete estaciones y en cada estación cuatro profundidades (20, 40, 60 y 80 m), con un total de 28 arrastres por

campaña. Además se realizaron muestreos mensuales (excepto en febrero y septiembre) en: Bahía de Navidad, Jalisco (estación 3) y El Coco, Colima (estación 4) a profundidades medias de 20 y 60 m (véase mapa de Rodríguez-Ibarra en este libro).

Se obtuvo la longitud total (1 mm de precisión) de cada organismo y su peso (precisión 0.1 g). Posteriormente se extrajo el tracto digestivo y se colocó en una bolsa de plástico con formaldehído (10%) para su fijación, debidamente etiquetada. Con la ayuda de un microscopio estereoscópico se revisó el contenido alimenticio de cada estómago; para ello se separaron los diferentes componentes con base en el taxón mínimo que se quería identificar. La identidad taxonómica de cada presa fue determinada a partir de los trabajos de Keen (1971) y Skoglund (1991 y 1992), para moluscos; Garth (1958), Rodríguez de la Cruz (1987), Hendrickx y Salgado-Barragán (1991) y Hendrickx (1996), para crustáceos. Mientras que para los peces, Jordan y Evermann (1896-1900), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al*. (1979), Allen y Robertson (1994), y claves especializadas para algunas familias: Leis (1978) para Diodontidae y las guías de la FAO (Fischer *et al.,* 1995), así como claves basadas en estructuras duras de peces (Clothier, 1950). Se calcularon los índices:

- Numérico (%N): cantidad de individuos de cada especie identificada en todos los estómagos analizados y expresada como un porcentaje del total de tipos alimenticios en todos los estómagos revisados.
- Gravimétrico (%P, Rosecchi y Nouaze, 1987): es el peso de cada tipo de presa en todos los estómagos en la muestra, convertidos a porcentaje del peso total de los contenidos estomacales en la misma.
- Frecuencia de aparición (%FA): es el número de estómagos en que un tipo alimenticio está presente y es expresado como un porcentaje del total de estómagos analizados.

Una vez analizados estos índices se calculó el índice de importancia relativa (IIR, Pinkas *et al*., 1971) que incorpora los tres índices anteriores:

Ec.1 $$IIR = (\%N_i + \%P_i)\cdot\%FA_i$$

Este índice también se expresa en porcentaje.

El análisis del espectro trófico respecto a las variaciones mensuales así como para las distintas clases de talla de las especies estudiadas, se realizó en función del índice Gravimétrico (%P) de cada presa, por considerar que es un indicador del aporte de energía de la presa.

Para la determinación de los intervalos de talla de las especies, se utilizaron los valores de longitud total y la fórmula de Sturges (Daniel, 1997):

Ec. 2 $$k = 1 + 3.322\ (\mathrm{Log}_{10}\, n)$$

Donde: k = número de intervalos de clase, n = número total de valores observados.

La amplitud del intervalo se calculó con la fórmula W = R / k (Daniel, 1997); donde W = amplitud del intervalo, R = valor máximo, menos el valor mínimo y k = número de intervalos.

La amplitud de nicho fue determinada con el fin de conocer el grado de especialización trófica según la medida de Levins (1968), misma que fue estandarizada con el método de Hespenheiden (1975), cuyos valores oscilan entre 0 y 1.

Ec. 3 y 4 $$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} Pj^2} \qquad B_a = \frac{B-1}{n-1}$$

Donde: B es la medida de Levins sobre la amplitud de la dieta; B_a la medida de Levins estandarizada; Pj equivale a la proporción con la cual cada categoría de presa contribuye a la dieta y n es el número total de recursos alimenticios.

Resultados

Se analizó el contenido estomacal de 1 343 estómagos de siete especies de peces: *Diodon hystrix* (256), *D. holocanthus* (112), *Cynoscion nannus* (311), *Gymnothorax equatorialis* (119), *Prionotus ruscarius* (128), *Scorpaena russula* (210) y *Pseudupeneus grandisquamis* (207).

De los 256 estómagos de *Diodon hystrix*, 222 tenían contenido. Las tallas de los ejemplares oscilaron entre 220 y 500 mm. El espectro trófico estuvo conformado por 79 componentes, que se conjuntaron en 10 grupos: braquiuros, camarones peneidos, estomatópodos, anomuros, restos de crustáceos, bivalvos, gasterópodos, restos de moluscos, peces y otros.

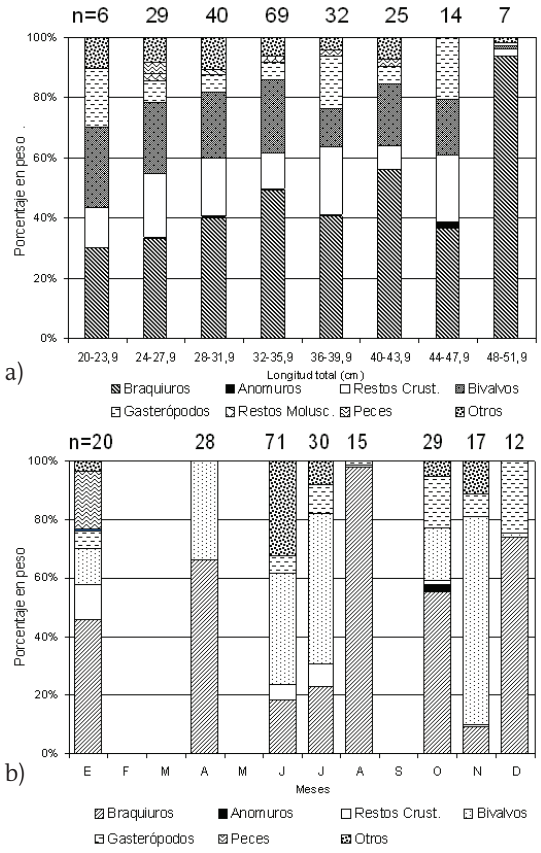
Se observó preferencia por el grupo de bivalvos (Bi) con un valor de 35.4% de IIR, (%FA = 62.8, %P = 19.6, %N = 33.1). Dentro de este grupo se logró identificar a 12 entidades, en seis géneros, cinco especies y restos de bivalvos; los valores más elevados de IIR fueron de las especies *Chione* sp. (17.6%), *Pitar* sp. (6.3%) y *Megapitaria squalida* (5.65%). El segundo grupo de mayor contribución a la dieta fue el de braquiuros (Br) con un valor de IIR de 24% (%FA = 47.7, %P = 45.6, %N = 35.6); dentro de éste se reco-

nocieron 20 entidades, entre las que se identificó una en la categoría de familia, tres en la de género y cuatro en la de especie. Las entidades con los mayores valores de IIR, fueron *Arenaeus mexicanus* con 7.1%, los portúnidos con 6.6%, y *Portunus* sp. con 5.1 por ciento (Tabla 1).

Para el análisis de la dieta por clases de talla, se consideraron ocho grupos. Los braquiuros fueron el componente principal en todas las clases, con más de 25% del espectro trófico de la especie. En el intervalo comprendido entre 480 y 519 mm de longitud total, este grupo constituyó 94% de la dieta. La presencia de los bivalvos y gasterópodos fue constante en todas las clases de talla, aunque los porcentajes variaron (Fig. 1a).

En la variación mensual de la dieta, los braquiuros se presentaron en todos los meses, principalmente en agosto con más de 90% del peso (Fig. 1b); en diciembre, abril, octubre y enero, la proporción varió entre 45% y 70%, y en el resto de los meses (junio, julio y noviembre) fue menor a 30%. Durante noviembre y junio se observaron las mayores cantidades de bivalvos; estos moluscos estuvieron presentes en el resto del período de estudio, con excepción de agosto y noviembre, cuando no aparecieron en la dieta.

Figura 1
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *D. hystrix*



a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual

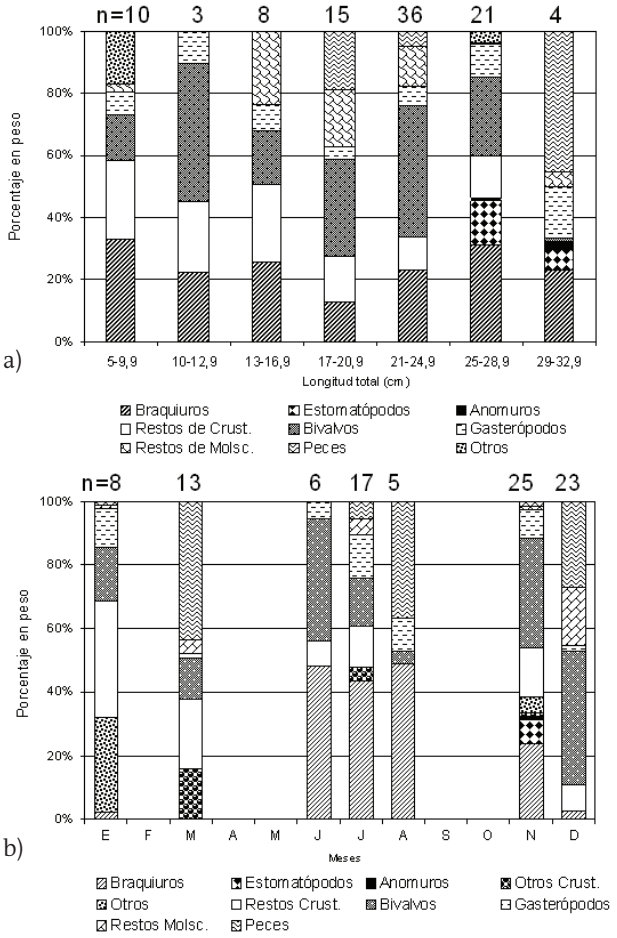
Se analizaron 112 estómagos de *Diodon holocanthus,* de los cuales 97 tenían contenido y el resto estaban vacíos. Se recolectaron organismos con tallas entre 50 y 305 mm. El espectro trófico de esta especie está conformado por 61 entidades, las cuales se dividieron en nueve grupos: braquiuros, estomatópodos, anomuros, restos de crustáceos, bivalvos, gasterópodos, restos de moluscos, peces, y otros. Los bivalvos (Bi) fueron el principal componente en la dieta (IIR= 50.6%, %FA = 119.6, %N = 48.0, %P = 33.2); dentro de este conjunto, se identificaron seis géneros, nueve especies y restos de bivalvos. Las especies *Megapitaria squalida* y *Chione* sp. fueron los componentes más importantes, con valores de IIR de 22.4% y 16.9%, respectivamente (Tabla 2).

Se determinaron siete clases de talla para esta especie y en todas se observaron braquiuros y restos de crustáceos. Los bivalvos se recolectaron en individuos de todas las tallas, excepto en la clase de 290-329 mm, en la que fueron escasos. En esa misma clase los peces tuvieron una presencia de 46%. Los estomatópodos sólo fueron parte de la dieta de los organismos de tallas mayores (250-329 mm) (Fig. 2a). El consumo de braquiuros durante junio, julio y agosto representó, en términos de peso, aproximadamente el 50% (Fig. 2b) y en noviembre disminuyó a casi 25%. Los bivalvos representaron una mayor proporción en junio, noviembre y diciembre. En marzo se observó una elevada cantidad del grupo de los peces, así como en agosto y en diciembre (≈25%). Los restos de crustáceos se observaron en todos los meses, principalmente en enero, cuando fueron más abundantes (≈ 40 por ciento).

De los 311 estómagos de *Cynoscion nannus* analizados, 265 presentaron alimento. La longitud total de los organismos midió entre 75 y 206 mm. El espectro alimenticio estuvo conformado por 31 entidades, las cuales se separaron en seis grupos: cefalópodos, estomatópodos, camarones peneidos, otros crustáceos, restos de crustáceos, y peces (Tabla 3). Los camarones peneidos (Cpe) fueron el grupo principal con 74.6% de IIR (%N = 82.5, %FA = 43.9, %P = 35.4). Dentro de éste, se identificaron un género, tres especies y una entidad denominada "camarones juveniles", la cual presentó el IIR más alto (68.4%). El IIR del grupo de los peces (Pe) se observó en segundo lugar (14.5%).

Se consideraron siete clases de talla (Fig. 3a). En las clases menores (70-89 mm) se observó una composición del espectro trófico de 68% del grupo *otros crustáceos*, conformado principalmente por carideos,

Figura 2
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *D. holocanthus*

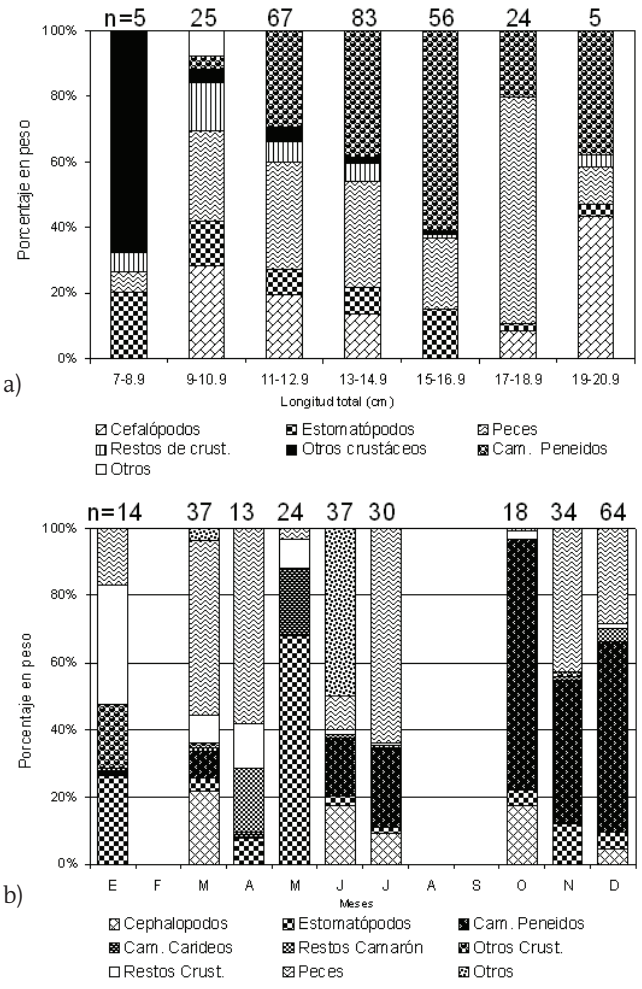


a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

además de 20% de estomatópodos. La dieta de los organismos de 110-169 mm estuvo compuesta por camarones peneidos, peces y estomatópodos que, si bien variaron sus porcentajes, siempre se mantuvieron dominantes. En las clases de talla de 170-189 mm, los peces se presentaron con 69% y los camarones peneidos con 20%. Los cefalópodos alcanzaron 45% del espectro trófico en los organismos mayores (190-209 mm), seguidos por los camarones peneidos con 38% de la composición.

El espectro trófico de *C. nannus* varió considerablemente a lo largo del estudio (Fig. 3b). Durante los primeros meses del año (enero, marzo y abril) los individuos consumieron mayor porcentaje de peces, mientras que en octubre, noviembre y diciembre, de camarones peneidos. En mayo la dieta fue predominantemente a base de estomatópodos, a diferencia del resto del periodo de estudio. En ese mismo mes el porcentaje de camarones carideos fue muy elevado, mientras que no se presentaron durante el resto de las campañas. Los cefalópodos se encontraron en marzo, junio, julio, octubre y noviembre con cifras menores a 20 por ciento.

Figura 3
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *C. nannus*



a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

Se revisaron 119 estómagos de *Gymnothorax equatorialis* y sólo 30% presentó alimento. El intervalo de tallas fue de 222 a 733 mm. El espectro trófico de esta especie estuvo conformado por 16 entidades agrupadas en seis rubros: braquiuros, camarones, estomatópodos, restos de crustáceos, peces y otros (Tabla 4). El grupo más importante fue el de los peces (Pe) con 35.6% de IIR (%FA = 45.7, %P = 29.2, %N = 24.1). Dentro de este grupo se identificaron cua-

tro especies, larvas de peces y restos de peces, siendo estos los de mayor aporte con 23.2% de IIR, seguidos por *Syacium ovale* con 9.5%. El segundo grupo en importancia fue el de los estomatópodos con 24.9% de IIR (%FA = 28.6, %P = 22.8, %N = 27.6). Como especies significativas se encontraron *Squilla hancocki* (14.3% IIR) y *S. panamensis* (7.5% IIR).

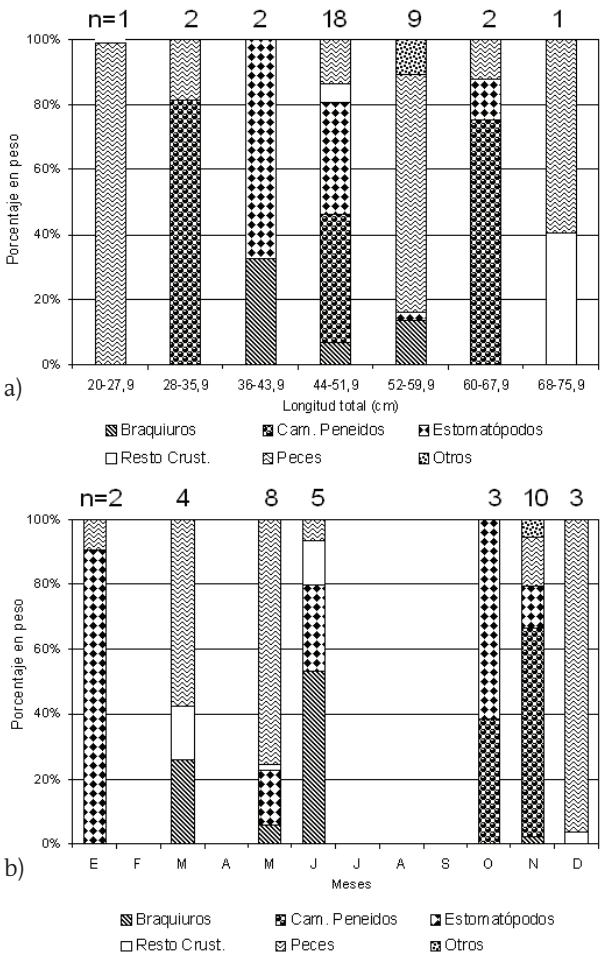
Se determinaron siete clases de talla para esta especie. El número de los organismos más pequeños (200-439 mm) fue muy bajo (Fig. 4a), lo que influyó en el análisis de la composición alimenticia de las tres clases de talla. El grupo de peces fue el componente principal de las clases de talla de 520-599 y 680-679 mm. La cuarta clase de talla fue la mejor representada, en cuanto a número de estómagos analizados. El espectro trófico se compone de 40% de camarones peneidos y 35% de estomatópodos.

En los meses de enero y octubre el consumo de estomatópodos fue elevado (90% y 62%, respectivamente); mientras que durante marzo, mayo y diciembre las presas ícticas presentaron altos porcentajes en la dieta (>60%), especialmente en diciembre (96%). Los camarones peneidos únicamente se presentaron en octubre y noviembre. Los braquiuros se observaron en mayo, marzo y junio, en este último mes ocuparon 55% del espectro trófico (Fig. 4b).

Se analizaron 128 estómagos de *Prionotus ruscarius* de los cuales sólo 10 estuvieron vacíos. El intervalo de talla de los individuos fue de 72 a 375 mm. Su espectro trófico estuvo conformado por 30 entidades (Tabla 5), aglomeradas en seis grupos: braquiuros, camarones peneidos, estomatópodos, otros crustáceos, restos de crustáceos y peces. Los camarones peneidos (Cpe) fueron el grupo trófico principal (IIR=45.6%, %FA = 63.9, %P = 40.1, %N = 26.5), dentro del que se identificaron dos géneros y cuatro especies, de las que *Sicyonia disdorsalis* fue la principal (21.4% IIR). El segundo grupo en importancia fue el de los braquiuros (Br) con un valor de 37.7 % IIR (%FA = 44.1, %P = 42.0, %N = 51.6). Se logró identificar a tres entidades en la categoría de género y cinco en la de especie.

En esta especie se establecieron ocho clases de talla (Fig. 5a). Para los organismos menores a 109 mm la dieta se compuso por 83% de camarones peneidos. En las clases comprendidas entre los 110 y 269 mm se observó un incremento en el grupo de los camarones peneidos de 15% a 66% para la quinta clase de talla, en tanto que de la sexta a la octava clases, los porcentajes disminuyeron hasta 15%. Por otro lado, el consumo de estomatópodos disminuyó conforme aumentó la longitud de los organismos recolectados. Los peces sólo se presentaron en la segunda clase de talla (110-149 mm) con 6%. En el análisis mensual del espectro trófico (Fig. 5b) se observó gran porcentaje de camarones peneidos en todos los meses, con excepción de abril cuando alcanzaron menos de 10%. En enero y noviembre representaron más del 60% del porcentaje en peso. De manera similar, los braquiuros aparecieron casi todo el año, excepto en agosto y noviembre; los valores más altos se registraron en julio y diciembre. Los estomatópodos en junio representaron casi 50% de lo consumido.

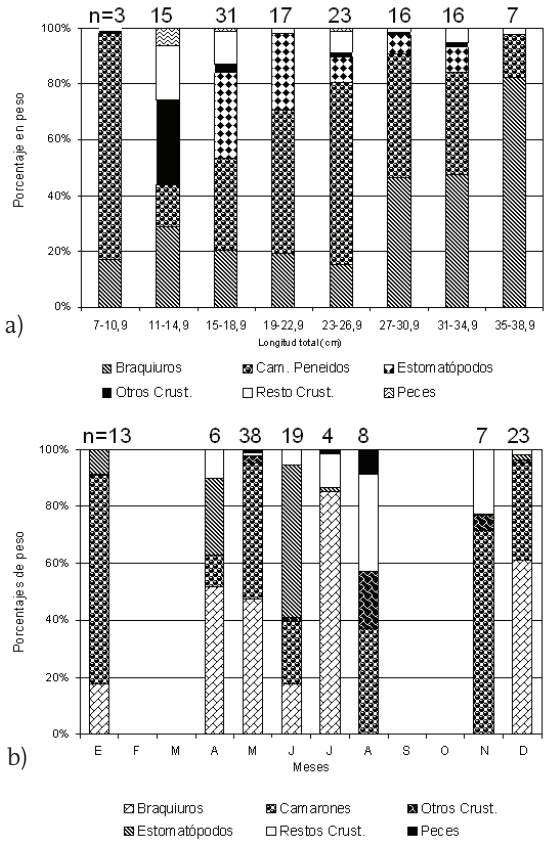
Figura 4
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *G. equatorialis*



a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

Para *Scorpaena russula* se analizaron 210 estómagos, de los cuales 138 contenían alimento. Las tallas de estos organismos oscilaron entre 58 y 152 mm. El espectro trófico estuvo conformado por 25 entidades, las cuales se conjuntaron en ocho grupos: braquiuros, camarones peneidos, camarones carideos, estomatópodos, otros crustáceos, restos de crustáceos, peces y otros (Tabla 6). El principal componente en la dieta de *S. russula* fueron los estomatópodos (Est.) con un

Figura 5
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *P. ruscarius*



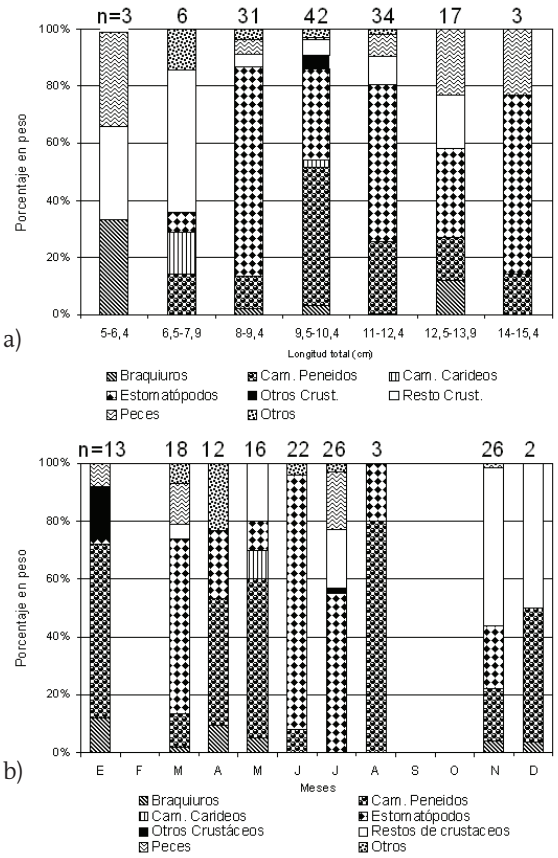
a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

valor de 56.9% IIR (%P = 48.1, %FA = 41.7, %N = 38.9). Se identifico un género y cuatro especies, de las que *Squilla* sp. alcanzó un valor de 38.4% de IIR. El segundo grupo trófico en importancia fue el de los camarones peneidos (IIR=24.3%, %FA = 26.9, %P = 22.6, %N = 38.2), de los que se identificaron dos géneros y dos especies, siendo uno de los principales *Sicyonia* sp. (18.2 % IIR).

En el análisis por tallas se consideraron siete clases. La presencia del grupo de estomatópodos fue constante en los organismos de todos los tamaños (Fig. 6a), con excepción de los de 50 a 64 mm, ya que en los individuos de este estrato, la dieta se conformó por 35% de braquiuros, 35% de peces y 30% de restos de crustáceos. La proporción de estomatópodos se encontró desde 8% en la segunda clase, hasta 75% en la tercera. Los camarones peneidos representaron el 25% en la composición alimenticia de la cuarta clase de talla (95 a 104 mm) y el 15% en la segunda. Los peces se observaron en menos de 25%, excepto en la primera clase de talla donde alcanzaron el 35%.

Los camarones peneidos se registraron en todos los meses, su importancia fluctúo entre 5% y 80% (Fig. 6b); los meses en los que fueron más relevantes fueron enero, mayo, abril, agosto y diciembre. Los braquiuros siempre se encontraron en porcentajes menores a 19%, mientras que los estomatópodos abundaron en los estómagos recolectados en mayo, junio y julio. Los peces fueron consumidos sólo en junio, marzo y enero, pero en porcentajes menores a 10%. En mayo aparecieron los camarones carideos con un poco más de 10%. En noviembre y diciembre los restos de crustáceos conformaron casi 50% del total.

Figura 6
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *S. russula*



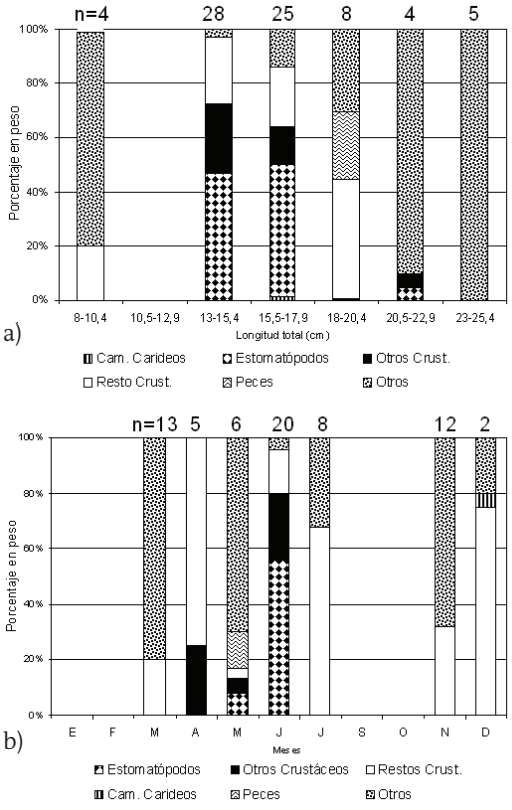
a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

De la especie *Pseudupeneus grandisquamis* se analizaron 207 estómagos, 133 vacíos y 74 con contenido alimenticio. Las tallas de estos peces alcanzaron entre 100 a 242 mm. La composición del espectro trófico estuvo conformada por 16 entidades, las cuales se conjuntaron en: camarones carideos, estomatópodos, otros crustáceos, restos de crustáceos, peces, y otros

(Tabla 7). El principal grupo fue el de los estomatópodos, con 31.5% IIR (%FA = 27.5, %P = 23.8, %N = 33.9). Se identificó un género y dos especies, una de ellas representada por organismos juveniles. La especie *Squilla* sp. fue la más importante (30.3% IIR). El segundo grupo preferente fue denominado como *Otros* (ot), con un valor de IIR 28.6% (%FA = 31.4, %P = 39.9, %N = 3.5).

En el análisis por tallas se consideraron siete intervalos (Fig. 7a). Los estomatópodos ocuparon 46% y 48% del contenido estomacal de los organismos de la tercera y cuarta clases, mientras que los peces sólo se encontraron en los individuos de la cuarta clase (25%). En el análisis de la variación mensual de la dieta se observó que en marzo, mayo y noviembre, más de 50% correspondió al grupo Otros (Fig. 7b), principalmente compuesto por materia orgánica no determinada. Los restos de crustáceos dominaron la dieta en los meses de abril, julio y noviembre, aunque este último fueron más escasos. En abril, mayo y junio también se encontró al grupo de Otros crustáceos.

Figura 7
Índice gravimétrico de la composición de la dieta de *P. grandisquamis*



a) Con respecto a las clases de talla; y b) su variación mensual.

Amplitud de nicho

La diversidad del espectro alimentario indica el grado de generalización o de especialización en los hábitos alimenticios de una especie. En las especies analizadas, la amplitud de nicho por periodos mensuales fue menor a 0.25, lo cual indica que son especialistas. Los valores más altos se obtuvieron en junio (*G. equatorialis* = 0.22; *P. grandisquamis* = 0.21) y julio (S. *russula* = 0.22), mientras que los más bajos (<0.05) fueron para *D. hystrix* en abril, agosto y noviembre, *D. holocanthus* en junio y *S. russula* en diciembre.

Discusión

A pesar de que *Diodon hystrix* presentó un espectro trófico aparentemente amplio, compuesto por 79 entidades alimenticias, éstas no estuvieron presentes en los organismos muestreados en todas las campañas, debido a la variación temporal en su abundancia y, por tanto, en su disponibilidad. Esto se vio reflejado en el análisis de la amplitud de la dieta, el que muestra una baja diversidad trófica, en particular en julio y octubre cuando el valor de 0.1, es un indicador de la alta especificidad de la especie.

Se detectó una preferencia hacia los bivalvos y los braquiuros, resultado que coincide, en general, con el obtenido por Randall (1967) en las Indias occidentales, donde estos peces se alimentan preferentemente de organismos con exoesqueleto duro: 34.6 (%P) de equinodermos, 31.3% de gasterópodos y 14.9% de braquiuros, entre otros. Bermúdez-Almada y García-Laguna (1985) encontraron un espectro alimenticio basado en equinodermos 36.8% y gasterópodos (30.5%). En este trabajo se consideró a los equinodermos como alimento incidental.

El espectro trófico de *Diodon holocanthus* estuvo conformado por 61 entidades, que como en el caso de *D. hystrix* variaron en su abundancia; de igual manera la diversidad trófica fue baja, ya que en abril y noviembre cuando se observaron los valores más grandes (0.15), su magnitud muestra la alta especificidad de la especie.

Estos peces mostraron una preferencia notable por los bivalvos; Randall (1967) encontró que contenían 67% de gasterópodos en su estómago, aunque Bermúdez-Almada y García-Laguna (1985) reportaron que consumen ofiuroideos (46.5%) y equinoideos (35.1%) principalmente, y pequeñas cantidades de moluscos (5.8%).

Las características morfológicas que poseen *D. hystrix* y *D. holocanthus*, les permite alimentarse de gasterópodos y bivalvos, ya que la forma y fuerza de

sus mandíbulas les permiten romper fácilmente las estructuras calcáreas, sobre las que otros depredadores no pueden incidir (Gállego-Castejón, 1995).

Los componentes de la dieta de las dos especies de *Diodon* son característicos del ambiente bentónico, de movimientos lentos y suelen protegerse con caparazones o conchas más duros por lo que sus depredadores deben compensar el menor esfuerzo necesario para capturarlos, con la posibilidad de romper o abrir los caparazones y las conchas, lo que además se manifiesta en la forma y tamaño de los dientes. Estas especies fueron catalogadas como depredadores trituradores por Hobson (1974) y tienen fuertes mandíbulas en forma de pico, para fragmentar las conchas y los exoesqueletos de los bivalvos y crustáceos y así facilitar la ingesta y digestión. En este sentido, Prejs y Colomine (1981) afirman que los dientes constituyen una de las adaptaciones más relevantes para la alimentación en los peces, y que varían mucho en forma y posición, por lo que existe una estrecha relación entre el tipo de dentición, la forma de la captura del alimento y la clase del alimento ingerido.

Otro aspecto que se debe considerar en los estudios de alimentación, como lo menciona Gállego-Castejón (1995), es la forma en la que se encuentra el alimento, ya que cuando una especie consume moluscos no lo hace indiscriminadamente, porque en conjunto tienen comportamientos y características anatómicas muy diferentes. Seleccionan a las especies que comparten el hábitat y que tienen un comportamiento que les permite capturarlas. Igualmente, se debe mencionar específicamente el organismo ingerido, ya que no es lo mismo un cefalópodo que un molusco de concha dura. Con respecto al consumo de bivalvos, por ejemplo, es importante saber si rompe la concha para consumir sólo la parte blanda o si lo tritura y lo traga completo. En el caso de *D. hystrix* y *D. holocanthus*, se encontraron en el estómago los restos de las conchas fragmentadas de bivalvos y gasterópodos, lo que sugiere que el depredador rompe el caparazón con las mandíbulas para tragar el organismo entero; sin embargo, sólo digiere la parte blanda y elimina los restos cálcareos.

El espectro trófico de *Cynoscion nannus*, conformado por 31 entidades, dio un valor de 0.18 en marzo. Eso indica que no todas son consumidas en un mismo tiempo, y por ello se considera como una amplitud estrecha de nicho. La mayoría de las presas pertenecen al ambiente bentónico, excepto el cefalópodo *Loliolopsis diomedeae* y los peces. Cruz-Escalona (1998) encontró un comportamiento alimenticio similar en *C. parvipinnis*, ya que aunque varios de los componentes de su dieta pertenecen al bentos, su búsqueda de alimento no se limita a este ambiente, porque los organismos pelágicos también tienen una contribución importante en su espectro alimenticio.

La dieta de *C. nannus* estuvo constituida principalmente por juveniles de camarones peneidos, peces y estomatópodos. En estudios realizados en otras especies de la misma familia, Campos y Corrales (1986) encontraron que *C. phoxocephalus* se alimenta en 56.6% de peces y en 34.8% de crustáceos; *C. squamipinnis* lo hace con 44.4% de peces, 35.6% de crustáceos y 0.5% de materia orgánica no identificada. Estos autores las clasificaron como carnívoros de primer orden. Por otra parte, *C. albus* consumió 55% de crustáceos y 42.5% de peces. Desgraciadamente en ese trabajo no se detallan las especies de crustáceos o de peces que componen estos porcentajes, que permitan realizar una comparación cualitativa con los resultados encontrados en esta investigación. Por otro lado, Pélaez-Rodríguez (1996) encontró que el género *Bregmaceros* tiene gran importancia alimenticia para *C. nothus*. En este trabajo, se identificaron organismos de *B. bathymaster* pero sólo representaron 1% del contenido estomacal. Ese mismo autor encontró que la especie *C. arenarius*, organismo de talla grande, consume peces como *Upeneus parvus*, *Pristipomoides aquilonaris, Saurida brasiliensis*, e invertebrados como *Trachypenaeus* sp. y *Loligo pealei*. *C. nannus* en las costas de Jalisco y Colima consume camarones (*T. brevisuturae)* y el calamar *Loliolopsis diomedeae*.

Chao y Musick (1977) señalan que la plasticidad mostrada por varias especies de la familia Scianidae está dada básicamente por algunas características específicas en relación con la posición, el tamaño y la protusibilidad de la boca, la forma y el tamaño de los dientes; factores que en algunas especies limita su capacidad para obtener determinado tipo de presa o incrementar la gama de sus presas potenciales.

El espectro trófico de *C. nannus* presentó algunos cambios entre las clases de talla. Los organismos de menor tamaño se alimentan de estomatópodos y peces, mientras que los organismos de tallas intermedias y grandes lo hacen preferentemente de camarones peneidos que dominan durante octubre, noviembre y diciembre. Los peces fueron más abundantes en marzo, abril, junio y noviembre. Los estomatópodos siempre se presentaron pero sólo fueron abundantes en mayo.

En el análisis del espectro trófico de *Gymnothorax equatoriali* se obtuvieron 16 entidades, con lo cual se puede considerar que la diversidad de la dieta es muy reducida y esto se corrobora con el índice de Levins, cuyos valores (0.21 y 0.13) indican el alto grado de especificidad de esta especie.

El espectro trófico de *G. equatorialis* estuvo constituido principalmente por peces en 35.6% y es-

tomatópodos con 25%. No se encontró información previa sobre la alimentación de esta especie, sólo un estudio realizado sobre otra especie del mismo género (*G. nigromarginatus*) por Pélaez-Rodríguez (1996), cuyas presas fueron: *Upeneus parvur*, *Eucinostomus gula*, *Pristipomoides aquilonaris*, el pez plano *Achirus lineatus* y *Bregmaceros cantori* de hábitos estrictamente bentónicos. También se encontraron *Loligo pealei* y *Saurida brasiliensis.* Sin embargo, el autor sólo describe las especies y no menciona los porcentajes en que se presentaron.

El número reducido de los tractos digestivos con alimento pudo deberse a que la especie ocurre a áreas rocosas para alimentarse o bien que lo hiciera a diferente hora de la que fue colectada, o al fenómeno de la regurgitación. Haight (1993) explica que este fenómeno se debe a la rápida descompresión de los individuos al ser trasladados hacia la superficie. Harden-Jones (1957) propone que cuando los peces están en el copo de la red, durante el tiempo del arrastre, mueren o se debilitan, por lo que la vejiga natatoria es incapaz de reabsorber los gases y esto ocasiona que se infle y empuje hacia afuera el estómago, por lo que se pierde el contenido de los mismos. Por lo anterior, es necesario confirmar estos resultados ampliando el número de organismos analizados o encontrando el lugar óptimo de recolecta, para obtener organismos con contenido alimenticio.

El espectro trófico de *Prionotus ruscarius* se conformó de 30 entidades; la amplitud de la dieta fue diferente en los distintos meses en los que se recolectaron los organismos; sin embargo, el índice de Levins muestra que esta especie es especialista. Su espectro alimentario está compuesto totalmente por crustáceos, principalmente camarones peneidos, seguidos del grupo de los braquiuros. En un estudio realizado en individuos de *P. scitulus,* Ross (1978) encontró que 61% del peso del contenido era de *Branchiostoma floridae* (cefalocordado). Empero, numéricamente, los cumáceos eran dominantes, con 40% del total de las presas. En otros estudios en esta misma especie las presas más importantes fueron pequeños crustáceos y poliquetos (Reid, 1954; Springer y Woodburn, 1960).

Braga y Braga (1987) encontraron que la alimentación de *P. punctatus* estaba constituida básicamente de crustáceos, entre los que destacan los decápodos natantia y reptantia, isópodos, cumáceos y anfípodos. Estos estudios coinciden con los resultados del presente trabajo, aunque no con las mismas especies presa y con menores porcentajes. Otros autores sólo mencionan que son organismos que utilizan los radios libres de sus aletas pectorales como soporte y para la búsqueda de alimento, consistente en moluscos, crustáceos y peces pequeños (Torres-Orozco, 1991).

Ross (1977) detectó un cambio ontogénico en la dieta de *P. scitulus*, puesto que los jóvenes ingieren principalmente epifauna y los adultos infauna, lo que muestra que las diferencias tróficas corresponden a la transición de tamaño entre peces inmaduros y maduros. Estos cambios pudieran considerarse como una característica general en la alimentación, pero algunas veces no resulta tan evidente. Tal es el caso de *P. ruscarius*, porque las variaciones para las clases de talla fueron mínimas.

En cuanto a la composición mensual de la dieta, los camarones peneidos se presentaron en porcentajes mayores en enero, mayo y noviembre, en tanto que los braquiuros dominaron la dieta en abril, mayo, junio y diciembre. Sólo en junio los estomatópodos se presentaron en mayores porcentajes. Esto puede sugerir que la especie está adaptada para soportar exitosamente las variaciones estacionales que presentan las poblaciones de las presas disponibles.

El espectro trófico de *Scorpaena russula* está conformado principalmente por estomatópodos y camarones peneidos. Se desconocen estudios dedicados a la alimentación de esta especie, por lo que con nuestros resultados sólo es posible concluir que los crustáceos son el grupo principal en su alimentación.

La composición de la dieta respecto a la talla muestra a los estomatópodos como principal grupo ingerido por los organismos de todos los tamaños. En cuanto a la variabilidad mensual, se observa una distribución más o menos homogénea en el consumo de camarones peneidos, con excepción de marzo, junio, julio y noviembre en los cuales se alimenta preferentemente de estomatópos. Para noviembre y diciembre, poco más de 50% de la dieta está constituido por materia orgánica no identificada.

El contenido estomacal de *Pseudupeneus grandisquamis* se conformó de 16 entidades alimenticias. Como en las otras especies analizadas, también es un organismo especialista ya que los valores más altos del índice de Levins fueron de 0.22 y 0.13 en junio y noviembre, respectivamente.

Su espectro trófico estuvo formado principalmente por estomatópodos. Labropoulou *et al.* (1997) encontraron para la especie *Mullus surmuletus* de la familia Mullidae, un espectro trófico con 59 presas diferentes, de las cuales 90.06% fue de crustáceos, principalmente decápodos y anfípodos. En este trabajo se encontraron algunos de estos grupos, pero en tan pequeño porcentaje que se consideraron como alimento incidental; no obstante, un número importante de organismos no fue identificado, por lo que se les catalogó como microcrustáceos, y puede suponerse que coinciden con los encontrados por Labropoulou *et al*. (1997). Torres-Orozco (1991) señala que

P. grandisquamis se alimenta de pequeños crustáceos, poliquetos y moluscos, que son buscados activamente escudriñando el fondo, desplegando las barbillas que acomoda dentro de un surco de la garganta cuando está nadando.

Otro aspecto importante de los estudios de alimentación es que se puede considerar que los organismos consumidores son muestreadores biológicos, ya que en ellos se suelen encontrar especies a las que no se tiene fácil acceso debido a que su talla es pequeña y no quedan atrapadas en las redes. Tal es el caso de *P. grandisquamis,* donde se identificó como presa un estomatópodo de la especie *Alachosquilla digueti*, que representó su primer registro en el área de estudio. La variación de la dieta respecto a la talla no se logró observar claramente ya que el número de estómagos analizados para las diferentes clases de talla fue muy reducido. Lo mismo sucedió al hacer el análisis de la variación mensual, ya que el tamaño de muestra no fue representativo.

Referencias bibliográficas

Aguilar-Palomino B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas,* 22(4):469-481.

Allen, G.R. y D.R. Robertson, 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. conabio, Agrupación Sierra Madre y cemex. 327p.

Bermúdez-Almada, B.R. y G. García-Laguna. 1985. *Hábitos alimenticios en los peces de las zonas rocosas de la Bahía de La Paz, bcs. México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, unam. 259p.

Braga, F.M.S. y M.A.S. Braga. 1987. Estudo do hábito alimentar de *Prionothus punctatus* (Bloch, 1797) (Teleostei, Triglidae), na regiao da ilha anchieta, São Paulo, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 47(1/2):31-36.

Campos, J. y A. Corrales. 1986. Preliminary results os the trophic dinamics of the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. unam*, 13(2):329-334.

Castro-Aguirre, J.L., 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. inp. Depto. Pesca. 298p.

Chao, L.N. y J.A. Musick. 1977. Life history, feeding habits and functional morphology of juvenile sciaenid fishes from the York River estuary, Virginia. *Fish Bull.*, 75:675-702.

Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. *Calif. Dep. Fish and Game*, *Fish. Bull.*, 79:1-83.

Cruz-Escalona, V.H. 1998. *Análisis trófico de la ictiofauna de la Laguna de San Ignacio, B.C.S.* Tesis de Maestría en Ciencias. Manejo de Recursos Marinos. ipn. 128p.

Dagg, M., C. Grimes, S. Lohrenz, B. Mckee, R. Twilley y W. Wiseman. 1993. Continental shelf food chains of the Northern Gulf of México. En: K. Sherman (ed.). *Food chains, yields, models, and management of large marine ecosystems*. Westview Press. eu. pp. 67-106.

Daniel, W.W. 1997. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. limusa uteha Noriega . México. 878p.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (ed.), 1995. *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. II. fao, Roma1 813p.

Gállego-Castejón, L. 1995. Aspectos a considerar. *Cuadernos de Zoología,* 2:1-16.

Garth, J.S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America: Oxyrhyncha. *Allan Hancock Pacific Expeditions,* 21(1-2):1-854.

Haight, W.R. 1993. Feeding ecology of deepwater Lutjanid snappers at Penguin Bank, Hawaii. *Transactions of the American Fisheries Society*, 122:328-247.

Harden-Jones, F.R. 1957. The swimbladder. En M. E. Brown (ed). *The physiology of fishes.* Vol 2. Academic Press, Nueva York. pp. 305-322.

Hendrickx, E.M. 1996. *Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustácea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano*. icmyl- unam. México. 147p.

Hendrickx, E.M. y J. Salgado-Barragán. 1991. *Los estomatópodos (Crustácea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano.* icmyl - unam. México. Publ. Esp. 10, 200p.

Hespenheiden, H.A. 1975. Prey characteristics and predator niche width. En: M.L. Cody y J.M. Dinamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press, Cambridge, M.A. pp. 158-180.

Hobson, E.S. 1974. Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. *Fish. Bull*., 72:915-1031.

Jordan, D.S. y B.W Evermann. 1896-1900. The fishes of North and middle America. *Bull. us. Nat. Mus*., 47(3):1-2196.

Keen, M.A. 1971. *Sea shell of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, Stanford, California. 104p.

Labropoulou, M., A. Machias, N. Tsimenides y A. Eleftheriou. 1997. Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758. *Fisheries Research,* 31: 257-267.

Leis, J.M. 1978. Systematics and zoogeography of the porcupine fishes (*Diodon*, Diodontidae, Tetraodontiformes) with comments on egg and larval development. *Fish. Bull*., 76(3):535-567.

Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey. 120p.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar P., G. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo-Huízar, L.E. Rodríguez-Ibarra, S. Ruíz-Ramírez y G. González-Sansón. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Colima y Jalisco, México (Primavera de 1995). *Ciencias Marinas*, 24(1):35-54.

Peláez-Rodríguez, E. 1996. *Relaciones ecológicas de los peces ictiófagos demersales de la zona de pesca comercial de Alvarado, Veracruz*. Tesis Profesional. enep Iztacala. unam, México. 84p.

Pinkas, L., M.S. Oliphant y I.L.K Inverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish and Game, Fish. Bull.,* 152:1-105.

Prejs, A. y G. Colomine, 1981. *Método para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces*. Univ. Central de Venezuela y Univ. de Varsovia, Polonia. 127p.

Randall, J. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr*., 5:665-847.

Reid, G.K. 1954. An ecological study of the Gulf of México fishes, in the vicinity of Cedar Key, Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb*., 4:1-94.

Rodríguez De La Cruz, M.C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California.* Secretaría de Pesca. México. 306p.

Rosecchi, E. y Y. Nouaze. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit*., 49(3-4):11-123.

Ross, S.T., 1977. Patterns of resource partitioning in searobins (Pisces: Trigliade). *Copeia*, 3:561-571.

Ross, S.T., 1978. Trophic ontogeny of the Leopard searobin, *Prionothus scitulus* (Pisces: Triglidae). *Fish. Bull.,* 76(1): 225-234.

Sierra, M. L., R. Claro y O. A. Popova. 1994. Alimentación y relaciones tróficas. En: R. Claro (ed.). *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. pp. 263-320.

Skoglund, C. 1991. Additions to the Panamic Province gastropod (Mollusca) literature 1971 to 1992. *The Festivus*, 24(12):1-169.

Skoglund, C. 1992. Additions to the Panamic Province Bivalve (Mollusca) literature 1971 to 1990. *The Festivus,* 22(9):2-63.

Springer V.G. y K. D. Woodburn. 1960. *An ecological study of the fishes of the Tampa Bay area.* Fla. State Board Canserv. Mar. Lab. Prof. Pup. Ser. 104p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. John Wiley & Sons, usa. 302p.

Torres-Orozco, R.B. 1991. *Los peces de México*. agt, México. 235p.

Yáñez-Arancibia, A. 1985. *Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos. icmyl, unam, inp. México. 748p.

Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos. Fundamentos en costas tropicales*. agt, México. 227p.

Tabla 1

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Diodon hystrix* (%p = porcentaje de peso, %fa = porcentaje de frecuencia, %n = porcentaje de número, iir = porcentaje de Índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Braquiuros	Decápodo	0.52	2.62	1.41	0.29
	Portúnido	8.62	7.85	6.09	6.61
	Portunus sp.	7.23	6.69	6.09	5.09
	Portunus asper	0.29	0.29	0.16	0.01
	Portunus xantusii	8.77	2.62	3.59	1.85
	Portunus x. xantusii	0.57	0.58	0.47	0.03
	Portunus x. affinis	2.61	2.33	2.34	0.66
	Arenaeus mexicanus	7.10	9.01	6.72	7.12
	Euphylax robustus	2.65	1.74	0.94	0.36
	Euphylax dovii	0.71	0.87	0.47	0.06
	Perserphona sp.	0.03	0.29	0.16	0.00
	Perserphona towsendi	0.24	0.29	0.16	0.01
	Perserphona subovata	0.49	0.58	0.31	0.03
	Edwardsium lobipes	0.20	2.03	1.09	0.15
	Calappa sp.	1.03	1.45	0.78	0.15
	Ciycloes bairdii	3.42	3.78	2.34	1.25
	Raninoides benedicti	0.39	1.45	0.78	0.10
	Hepatus kossmanni	0.46	0.29	0.16	0.01
	Dardanus sinistripes	0.03	0.58	0.31	0.01
	Fam. Leucosiidae	0.26	2.33	1.25	0.20
		45.63	**47.67**	**35.62**	**23.98**
Camarones Peneidos	*Trachypenaeus brevisuturae*	0.34	1.16	0.78	0.07
	Sicyonia disdorsalis	0.02	0.29	0.16	0.01
	Metapenaeopsis sp.	<0.001	0.29	0.16	0.01
		0.36	**1.74**	**1.09**	**0.09**
Estomatópodos	*Squilla* sp.	0.25	1.45	0.78	0.09
	Hemisquilla E. californiensis	0.03	0.29	0.16	0.01
	Eurysquilla veleronis	0.03	0.29	0.16	0.01
	Restos de estomatópodos	0.01	0.00	0.00	0.01
		0.33	**2.03**	**1.09**	**0.12**
Anomuros	*Dardanus sinistripes*	0.24	2.62	3.75	0.60
	Paguristes bakeri	0.05	0.29	0.16	0.00
	Albunea lucasia	0.12	0.87	0.47	0.03
		0.41	**3.78**	**4.37**	**0.63**
Restos de crustáceos		16.00	22.67	0.00	**20.79**
Bivalvos	*Chione* sp.	4.36	19.77	11.25	17.62
	Chione undatella	0.13	0.29	0.16	0.00
	Anadara formosa	2.49	9.30	5.47	4.23
	Cancellaria sp.	0.05	0.29	0.31	0.01
	Pitar sp.	2.81	11.63	6.72	6.33

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
	Tellina sp.	0.29	2.33	1.25	0.20
	Amaea bruneopicta	0.02	0.58	0.31	0.01
	Megapitaria squalida	5.47	8.43	6.25	5.65
	Pecten sp.	0.09	0.58	0.31	0.01
	Mytella sp.	1.39	1.74	0.94	0.23
	Pinna rugosa	0.02	0.29	0.16	0.00
	Restos de bivalvos	2.48	7.56	0.00	1.08
		19.59	**62.79**	**33.12**	**35.37**
Gasterópodos	*Natica* sp.	0.29	2.91	2.97	0.54
	Natica broderipiana	0.04	1.16	0.62	0.04
	Oliva sp.	0.09	1.16	0.62	0.05
	Oliva polpasta	0.20	0.87	0.31	0.03
	Oliva splendidula	0.54	2.91	2.19	0.45
	Murex sp.	0.07	0.29	0.31	0.01
	Fam. Turridae	0.07	0.87	0.31	0.02
	Terebra sp.	0.12	0.29	0.31	0.01
	Petricola sp.	0.02	0.58	0.31	0.01
	Olivella sp.	0.01	0.58	0.31	0.01
	Architectonica sp.	<0.001	0.29	0.16	0.00
	Fam. Rissollidae	0.06	2.03	2.66	0.32
	Curcibulum sp.	0.27	0.58	0.62	0.03
	Nassarius sp.	0.05	0.58	0.62	0.02
	Gemmula hindsiana	<0.001	0.29	0.31	0.01
	Bursa sp.	0.03	0.58	0.31	0.01
	Nuculana sp.	0.06	0.58	0.31	0.01
	Tivela sp.	0.01	0.29	0.31	0.01
	Restos de Gasterópodos	5.88	32.27	0.00	10.87
		7.81	**49.13**	**13.59**	**12.44**
Restos de Moluscos		1.13	2.03	0.00	0.13
Peces	*Porichthys margaritatus*	0.28	0.29	0.16	0.01
	Diodon sp.	0.09	0.29	0.16	0.01
	Cynoscion nannus	0.67	0.58	0.31	0.03
	Hippocampus inges	0.26	0.58	0.31	0.02
	Resto de peces	0.30	0.20	0.00	0.01
		1.60	**1.94**	**0.94**	**0.08**
Otros	Galleta marina	0.24	0.58	0.31	0.02
	Dentalium	<0.001	0.29	0.16	0.00
	Fam. Amphinomidae	1.21	1.74	1.09	0.23
	Brissopsis sp.	0.16	0.29	0.16	0.01
	Phaeophita	0.01	0.29	0.16	0.00
	Erizo (puntas)	0.02	0.87	0.47	0.02
	Medusa	0.04	0.29	0.16	0.00
	Briozoario	0.06	0.58	0.47	0.02
	Sifonóforo	5.10	8.72	7.03	6.05
	* MONI	0.30	0.87	0.17	0.02
		7.14	**14.53**	**10.17**	**6.37**

* Materia orgánica no identificada.

Tabla 2

Organismos presa contenidos en los estómagos de *D. holocanthus* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, %N = porcentaje de número, IIR = porcentaje de índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Bivalvos	*Anadara formosa*	2.05	14.43	5.63	3.68
	Pecten sp.	0.20	1.03	0.38	0.02
	Polymesoda sp.	0.18	1.03	0.38	0.02
	Nuculana sp.	0.07	1.03	0.38	0.02
	Mytella strigata	0.05	1.03	0.77	0.03
	Trachycardium sp.	0.16	1.03	0.38	0.02
	Trigoniocardia granifera	0.11	1.03	0.38	0.02

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
	Laevicardium elenense	0.34	4.12	1.54	0.26
	Pitar sp.	0.36	3.09	1.16	0.16
	P. (Hyphantosoma) hertleini	0.18	1.03	0.38	0.02
	P.(Lamelliconcha) concinnus	0.27	3.09	1.16	0.15
	Megapitaria squalida	12.24	24.74	15.05	22.41
	Chione sp.	7.46	27.84	10.80	16.87
	Chione compta	1.21	3.09	2.70	0.40
	Petricola sp.	0.30	1.03	0.38	0.02
	Donax sp.	0.09	2.06	0.77	0.06
	Tellina (Angulus) coani	1.82	12.37	5.79	3.12
	Restos de Bivalvos	6.08	16.49	0.00	3.34
		33.17	**119.56**	**48.03**	**50.62**
Gasterópodos	*Turritella* sp.	0.02	1.03	0.38	0.01
	Natica sp.	0.57	9.28	3.47	1.24
	Natica (Stigmaulax) broderipiana	0.41	6.19	3.47	0.80
	Ficus ventricosa	0.11	1.03	0.38	0.02
	Anachis sp.	0.02	1.03	0.38	0.01
	Nassarius sp.	0.04	2.06	0.76	0.02
	Fusinus dupetitthouarsi	0.07	1.03	0.38	0.02
	Oliva (Strephona) splendidula	0.09	3.09	1.16	0.13
	Olivella sp.	0.11	2.06	2.31	0.17
	Terebra sp.	0.02	1.03	0.38	0.01
	Rissoella sp.	0.01	1.03	0.38	0.01
	Restos de gasterópodos	2.63	26.80	0.00	2.35
		4.10	**55.66**	**13.46**	**4.79**
Restos de Moluscos		9.10	18.60	**0.00**	**5.62**
Estomatópodos	*Squilla* sp.	2.25	3.09	1.54	0.39
	Squilla parva	1.64	1.03	2.31	0.14
		3.89	**4.12**	**3.85**	**0.53**
Anomuros	*Porcellana cancrisocialis*	0.25	1.03	0.38	0.02
	Ermitaño	0.01	1.03	1.54	0.05
	Otros anomuros	0.11	1.03	0.38	0.02
		0.37	3.09	**2.30**	**0.09**
Braquiuros	Decápodo	1.48	6.19	1.16	0.54
	Raninoides benedicti	0.14	4.12	1.54	0.23
	Cycloes bairdii	2.57	4.12	1.54	0.56
	Fam. Leucosiidae	11.33	16.49	11.96	12.75
	Stenorhynchus debilis	<0.1	1.03	0.38	0.01
	Collodes tenuirostris	0.05	1.30	0.77	0.03
	Parthenope sp.	0.50	1.03	0.38	0.03
	Parthenope hyponca	0.27	1.03	0.38	0.02
	Portúnido	1.66	6.19	2.31	0.82
	Arenaeus mexicanus	2.96	3.09	1.54	0.46
	Euphylax sp.	<0.1	1.03	0.38	0.02
	Euphylax robustus	0.32	1.03	0.38	0.02
	Portunus sp.	4.12	3.09	3.86	0.82
	P. asper	0.77	3.09	1.93	0.28
		26.17	**52.83**	**28.52**	**16.59**
Restos de crustáceos		**13.40**	**46.60**	**0.00**	**20.70**
Peces	*Myrichthys maculosus*	0.25	2.06	0.77	0.07
	Hippocampus inges	0.41	1.03	0.38	0.03
	Apogon retrosella	6.33	3.09	1.54	0.81
	Sphoeroides lobatus	0.82	1.03	0.38	0.04
	Restos de peces	0.01	1.03	0.00	0.01
		7.82	**8.24**	**3.08**	**0.96**
Otros	Asteroideos	0.07	1.03	0.38	0.02
	Scaphopodo	0.89	1.03	0.00	0.03
	Fam. Amphinomidae	0.34	1.03	0.38	0.02
	MONI*	0.50	1.03	0.00	0.02
		1.80	4.12	0.76	0.09

* Materia orgánica no identificada.

Tabla 3

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Cynoscion nannus* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, %N = porcentaje de número, IIR = porcentaje del índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Cefalópodos	*Loliolopsis diomedeae*	12.43	4.18	1.04	1.85
	Pico de cefalópodo	0.07	0.42	0.09	0.00
		12.50	**4.60**	**1.14**	**1.85**
Estomatópodos	*Squilla* sp.	5.89	19.67	3.99	6.37
	S. panamensis	1.52	1.67	0.76	0.13
	S. hancocki	0.48	1.67	0.38	0.05
	S. mantoidea	0.71	2.51	0.66	0.11
		8.61	**25.52**	**5.79**	**6.65**
Camarones Peneidos	*Solenocera* sp.	7.65	10.88	4.27	4.25
	S. florea	2.25	1.26	0.57	0.12
	Trachysalambria brevisuturae	3.46	5.44	2.28	1.02
	S. mutator	3.81	2.93	4.56	0.80
	Camarones juveniles	18.22	23.43	70.82	68.42
		35.40	**43.93**	**82.50**	**74.62**
Otros crustáceos	Carideo	1.32	4.18	0.95	0.31
	Larva de langosta	0.07	0.42	0.09	0.00
	Larvas de otros crustáceos	0.07	0.42	0.28	0.00
	Euphausidos	0.48	1.26	2.28	0.11
	Microcrustáceos	0.17	0.42	0.09	0.00
		2.11	**6.69**	**3.70**	**0.44**
Restos de crustáceos		**4.24**	**13.81**	**0.00**	**1.92**
Peces	*Cynoscion nannus*	2.15	0.84	0.38	0.07
	Cherublemma emmelas	1.35	1.67	1.04	0.13
	Polydactylus opercularis	1.56	1.26	0.38	0.08
	Ophydium sp.	0.69	0.42	0.76	0.02
	Monolene sp.	0.94	0.42	0.09	0.01
	Symphurus sp.	0.10	0.42	0.09	0.00
	Bregmaceros bathymaster	1.62	2.51	0.75	0.20
	Pez Anguiliforme	1.21	2.09	0.47	0.12
	Larvas leptocephalas	8.90	4.18	1.14	1.38
	Larvas de otros peces	1.37	1.67	1.04	0.13
	Restos de peces	16.62	22.18	0.33	12.34
		36.51	37.66	6.49	14.48
Anélidos	Poliqueto	**0.62**	**1.26**	**0.38**	**0.04**

Tabla 4

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Gymnothorax equatorialis* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, %N = porcentaje de número e IIR = porcentaje del índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Braquiuros	Portúnido	4.54	8.57	10.34	7.20
	Portunus sp.	4.38	11.43	13.79	11.71
		8.92	**20.00**	**24.14**	**18.91**
Camarones Peneidos	Camarones	3.16	2.86	3.45	1.06
	Trachypenaeus brevisuturae	5.71	5.71	6.90	4.06
	Penaeus californiensis	24.83	5.71	10.34	11.33
		33.69	**14.29**	**20.69**	**16.46**
Estomatópodos	*Squilla hancocki*	8.45	11.43	13.79	14.34
	S. panamensis	9.37	5.71	13.79	7.46
	Restos de *Squilla*	4.93	11.43	0.00	3.18
		22.75	**28.57**	**27.59**	**24.98**
Restos de crustáceos		2.72	20.00	0.00	**3.06**
Peces	*Cyclopsetta querna*	1.33	2.86	3.45	0.77
	Syacium ovale	9.37	8.57	10.34	9.53
	Gnatopis cinctus	1.11	2.86	3.45	0.73
	Apogon retrosella	0.78	2.86	3.45	0.68

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
	Larvas de Peces	0.61	2.86	3.45	0.65
	Restos de peces	16.02	25.71	0.00	23.23
		29.20	45.71	**24.14**	**35.59**
Otros	Puesta no identificada	**2.72**	**2.86**	**3.45**	**0.99**

Tabla 5

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Prionotus ruscarius* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, %N = porcentaje de número e IIR = porcentaje del índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Braquiuros	Braquiuros	1.04	6.31	33.33	10.65
	Portúnido	10.40	14.41	9.56	16.63
	Portunus sp.	4.80	4.50	1.91	1.75
	P. xantusii	12.22	5.41	2.19	4.50
	P. affinis	5.80	5.41	1.64	2.32
	Euphylax dovii	0.54	0.90	0.27	0.04
	Euphylax sp.	0.77	1.80	0.55	0.14
	Arenaeus mexicanus	6.26	3.60	1.64	1.65
	Raninoides benedecti	0.18	0.90	0.27	0.02
	Persephona sp.	0.01	0.90	0.27	0.02
		42.03	**44.14**	**51.64**	**37.72**
Camarones Peneidos	*Trachypenaeus* sp.	0.92	1.80	0.55	0.15
	T. pacificus	4.20	6.31	10.38	5.32
	T. brevisuturae	8.11	8.11	5.19	6.23
	Sicyonia sp.	3.79	9.91	3.01	3.89
	S. disdorsalis	15.74	16.22	7.10	21.41
	Metapenaeopsis beebei	0.24	0.90	0.27	0.03
	Restos de camarón	7.14	20.72	0.00	8.55
		40.13	**63.96**	**26.50**	**45.58**
Estomatópodos	Estomatópodos	2.27	9.01	3.01	2.74
	Eurysquilla veleronis	0.03	0.90	0.27	0.02
	Squilla hancocki	10.31	8.11	3.83	6.63
	Meiosquilla swetii	0.21	1.80	0.55	0.08
		12.82	**19.82**	**7.65**	**9.47**
Otros crustáceos	Microcrustáceos	1.04	7.21	9.29	4.30
	Larvas de crustáceos	0.28	1.80	1.09	0.14
	Carideo	0.06	1.80	0.82	0.09
	Cumáceos	0.06	0.90	1.91	0.10
		1.45	**11.71**	**13.11**	**4.64**
Restos de crustáceos		**3.13**	**13.51**	**0**	**2.44**
Peces	Pleuronectiformes	0.03	0.90	0.27	0.02
	Symphurus sp.	0.24	1.80	0.55	0.08
	Syacium latifrons	0.06	1.80	0.27	0.03
	Restos de peces	0.12	1.80	0.00	0.01
		0.45	**6.31**	**1.09**	**0.14**

Tabla 6

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Scorpaena russula* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, %N= porcentaje de número, IIR = porcentaje de índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Braquiuros	Braquiuros	2.35	6.09	4.95	2.46
	Portúnido	1.32	6.09	4.95	2.12
	Portunus sp.	0.20	0.87	0.71	0.04
		3.87	**13.05**	**10.60**	**4.62**
Camarones Peneidos	Peneido	0.41	0.87	4.95	0.26
	Sicyonia sp.	11.01	13.04	14.13	18.15
	S. disdorsalis	3.26	2.61	2.83	0.88
	Trachypenaeus sp.	2.65	0.87	0.71	0.16
	T. pacificus	0.20	0.87	0.71	0.04
	Camarones juveniles	3.77	4.35	14.85	4.48

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
	Restos de camarones	1.32	4.35	0.00	0.32
		22.63	**26.96**	**38.17**	**24.29**
Camarones Carideos	Processidae	1.02	2.61	1.41	0.35
	Processa peruviana	0.20	0.87	0.71	0.04
		1.22	**3.48**	**2.12**	**0.39**
Estomatópodos	*Squilla* sp.	17.02	20.00	17.67	38.38
	S. hancocki	8.26	2.61	4.95	1.95
	Meiosquilla swetii	9.78	11.30	9.88	13.29
	M. dawsoni	8.16	3.48	2.83	2.11
	Eurysquilla veleronis	4.28	2.61	3.54	1.13
	Restos de estomatópodos	0.61	1.74	0.00	0.06
		48.11	**41.74**	**38.87**	**56.92**
Otros crustáceos	Euphausidos	0.92	2.61	8.48	1.36
	Larvas de crustáceos	0.41	0.87	0.14	0.03
		1.33	**3.48**	**8.62**	**1.39**
Restos de crustáceos		**9.88**	**13.91**	**0.00**	**7.58**
Peces	Pez Anguiliforme	2.65	0.87	0.92	0.17
	Restos de peces	7.54	9.57	0.00	3.98
		10.19	**10.44**	**0.92**	**4.15**
Otros	Restos de Coral	0.10	0.87	0.71	0.04
	MONI*	2.65	4.35	0.00	0.63
		2.75	**5.22**	**0.71**	**0.67**

* Materia orgánica no identificada.

Tabla 7

Organismos presa contenidos en los estómagos de *Pseudupeneus grandisquamis* (%P = porcentaje de peso, %FA = porcentaje de frecuencia, % N = porcentaje de número, IIR = porcentaje del índice de importancia relativa)

Grupo	*Entidades*	*%P*	*%FA*	*%N*	*IIR*
Camarones Carideos	*Ambidexter* sp.	**0.34**	**1.96**	**0.85**	**0.07**
Estomatópodos	*Squilla* sp.	16.34	21.57	30.48	30.26
	Acanthosquilla dawsoni	0.68	1.96	0.85	0.09
	juv. *Squilla hancocki*	6.81	3.92	2.54	1.13
		23.83	**27.45**	**33.87**	**31.48**
Otros crustáceos	Euphausido	2.21	7.84	34.71	8.47
	Carideo	0.68	1.96	0.85	0.09
	Cumaceo	0.17	1.96	8.47	0.49
	Microcrustáceos	6.98	13.73	6.77	5.73
	Amphipodos	0.05	3.92	7.62	0.88
	Isópodos	0.34	1.96	0.85	0.07
	Larvas de Crustáceos	0.34	1.96	1.69	0.12
		10.77	**33.33**	**60.96**	**15.85**
Restos de crustáceos		**20.09**	**37.25**	**0.00**	**23.62**
Peces	Larvas Leptocefala	**5.11**	**1.96**	**0.85**	**0.36**
Otros	Gasterópodos	0.17	1.96	0.08	0.02
	Poliqueto	3.40	5.88	2.54	1.07
	MONI*	36.29	23.53	0.84	27.53
		39.86	**31.37**	**3.47**	**28.62**

* Materia orgánica no identificada.

Aspectos tróficos de las rayas bentónicas de Jalisco y Colima

Carmen Valadez González[*]
Mirella Saucedo Lozano[*]
Alma Rosa Raymundo Huizar[**]

Resumen

Se analizaron los estómagos de 1 336 rayas bentónicas, pertenecientes a cinco especies: *Rhinobatos glaucostigma, Narcine entemedor, Urobatis halleri, Urotrygon munda y Urotrygon rogersi*, capturadas en la costa de Jalisco y Colima, México, en muestreos mensuales de septiembre de 1997 a agosto de 1998. De acuerdo con el índice de importancia relativa (IIR), estas especies se alimentaron principalmente de decápodos, estomatópodos, poliquetos y peces. Se observó variación estacional y por talla en el espectro trófico de los organismos analizados.

Palabras clave: Alimentación, dieta estacional, rayas bentónicas, plataforma de Jalisco y Colima.

Introducción

Los peces rajiformes comprenden grupos taxonómicos conocidos como peces sierra, rayas, peces guitarra, torpedos y rayas eléctricas. Se distribuyen desde el ártico hasta el antártico, y desde aguas costeras muy someras, hasta cerca de tres mil metros de profundidad en aguas oceánicas (Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al*., 1995). A pesar de la amplia distribución que tienen, son poco aprovechados y se les considera recursos pesqueros potenciales por su gran abundancia en las capturas. En México se han realizado algunos estudios sobre alimentación en diversas especies, incluyendo rajiformes (Limbaugh, 1955; Ridge, 1963; Stanley-Babel, 1967; Karl y Obrebski, 1976; Yáñez-Arancibia y Amezcua-Linares, 1979; Talent, 1982; Castro-Aguirre *et al*., 1993; Gray *et al*., 1997). Sin embargo, en Jalisco y Colima sólo se conocen dos antecedentes sobre alimentación en dos especies de rayas (Valadez González *et al*., 2000 y 2001). Los estudios sobre aspectos tróficos de los peces generan información por medio de la cual es posible comprender la dinámica de las relaciones ecológicas que existen entre las especies y, en consecuencia, proporciona algunas bases para poder establecer métodos adecuados que contribuyan a una correcta administración de los recursos pesqueros. En este estudio se analizaron los componentes alimentarios de las rayas capturadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México.

Métodos y materiales

Los organismos se obtuvieron de las capturas realizadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en dos áreas de trabajo: la primera en Bahía de Navidad (19° 10' N y 104° 43' O), y la segunda frente a la playa El Coco (19° 09' N y 104° 40' O) (véase la *figura* 1 en Rodríguez-Ibarra, en este mismo libro).

Obtención de muestras

Los datos biológicos fueron obtenidos a bordo del barco de investigación pesquera *BIP-V* del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara. Se realizaron muestreos mensuales. Cada localidad se estratificó en cuatro estratos de profundidad: 20, 40, 60 y 80 m. En cada uno de esos niveles se realizó un arrastre de 30 minutos de duración y todas las muestras de una localidad se tomaron en la misma noche. El orden de los arrastres se realizó en forma aleato-

* Universidad de Guadalajara. Centro Univerisitario de la Costa Sur. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Gomez Farias 82, San Patricio-Melaque.48980. Jalisco, México. Correo electrónico: Valadezgonzalez02@yahoo.com, salomi@costera.melaque.udg.mx

** Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias. Av. Universidad 203. Delegación Ixtapa. Puerto Vallarta, 48280. Jalisco, México. Correo electrónico: arhuizar@pv1.udg.mx

ria. El material obtenido por las redes se depositó en costales debidamente rotulados y conservados en hielo hasta su procesamiento en el laboratorio.

Procesamiento de las muestras

Las rayas fueron separadas del resto de la captura para su procesamiento individual y se identificaron mediante las claves taxonómicas de Castro-Aguirre (1978), Torres-Orozco (1991), McEachran (1995), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995), de la Cruz-Agüero *et al.* (1997) y Castro-Aguirre *et al*. (1999). Se determinó la longitud total de cada organismo con un ictiómetro convencional (un centímetro de precisión) y su peso con una balanza granataria. Posteriormente, en el laboratorio, se realizó la extracción de los estómagos de cada individuo; se depositaron en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas y se fijaron con una solución de formaldehído a 10%. Las presas del contenido estomacal fueron identificadas hasta el nivel taxonómico más específico posible, dependiendo del estado de digestión en que se encontraban y finalmente se preservaron en alcohol isopropílico a 70 por ciento.

Análisis Cualitativo

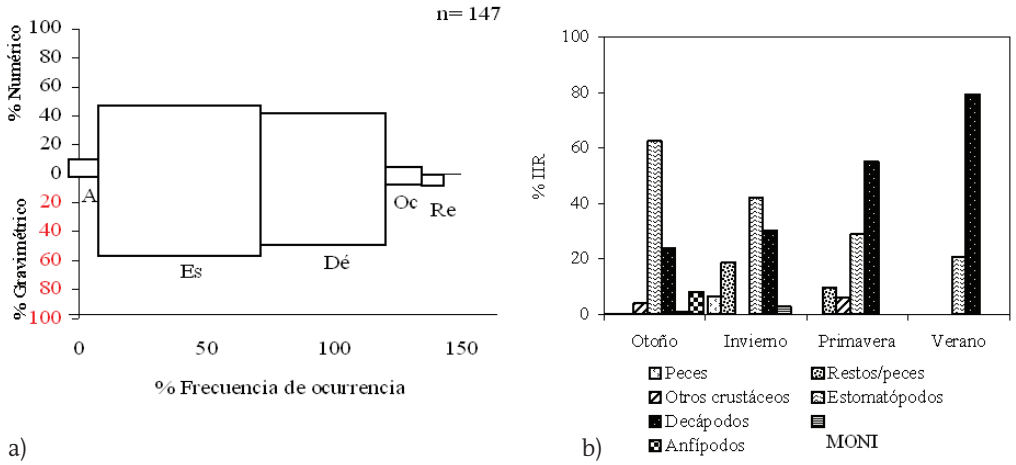
La identificación taxonómica de los peces presa se realizó utilizando los trabajos de Jordan y Evermann (1896-1990), Castro-Aguirre (1978), Thompson *et al.* (1979), Eschmeyer y Herald. (1983) y Allen y Robertson (1994). En el caso de los restos de peces, su identificación se basó en el conteo de vértebras y se emplearon los trabajos de Clothier (1950) y Jorgensen y Miller (1973). Para las placas hipúricas, se utilizaron las claves de Monod (1968). La determinación taxonómica de los crustáceos se realizó por medio de sus apéndices anatómicos, con las claves de Garth y Stephenson (1966), Brusca (1980), Rodríguez de la Cruz (1987), Hendrickx y Salgado-Barraragán (1991), Fischer *et al*. (1995) y Hendrickx (1996 y 1997). Los poliquetos fueron identificados con los trabajos de Hartman (1950), Fauchland (1977), Salazar-Vallejo *et al*. (1988) y de León-González (1994). La identificación de moluscos se realizó empleando los trabajos de Keen (1971), Brusca (1980) y Skoglund (1991 y 1992).

Análisis Cuantitativo

Una vez identificados los diferentes componentes alimentarios se determinaron los índices numérico (%N), gravimétrico (%P), de frecuencia de aparición (%FA) y el de importancia relativa (IIR) (Pinkas *et al*., 1971; Rosecchi y Nouaze, 1987).

En el análisis del contenido estomacal por clase de talla, la determinación del número y la amplitud de los intervalos se realizó con las fórmulas de Sturges (Daniel, 1979). Los detalles de estos indicadores y las fórmulas se presentan en el trabajo de Raymundo Huizar *et al.*, en este mismo libro.

Figura 1
Principales grupos de presas observados en los contenidos estomacales de *Rhinobatos glaucostigma*



a) b)

a) Al aplicar los cuatro índices (A = Anfípodos, Es = estomatópodos, De = Decápodos, Oc = Otros crustáceos, Re = Restos de peces), y b) variación estacional de su espectro trófico.

Resultados

Se capturaron 1 580 organismos pertenecientes a 11 especies de rayas: *Urotrygon munda, Urobatis halleri, Rhinobatos glaucostigma, Urotrygon rogersi, Narcine entemedor, Narcine vermiculatus, Zapteryx exasperata, Gymnura marmorata, Diplobatis ommata, Dasyatis longus* y *Raja equatorialis.* Se analizaron los estómagos de las especies *R. glaucostigma, N. entemedor, U. halleri, U. munda* y *U. rogersi* porque representaron 94% de los individuos capturados. Se disectó un total de 1 336 estómagos, de los cuales 785 (58.76%) presentaron alimento y el resto estaba vacío.

Rhinobatos glaucostigma

a) Composición específica del espectro trófico. Los estómagos de los 147 organismos analizados registraron 14 componentes alimentarios pertenecientes a dos taxones: crustáceos y peces. Se aprecia que de manera general, independientemente del índice utilizado (%N, %P ó %FA), los estomatópodos y decápodos fueron las presas principales (Tabla 1) y las especies más abundantes en los estómagos fueron *Eurysquilla veleronis*, *Meiosquilla swetti* y *Processa peruviana* (Fig. 1a).

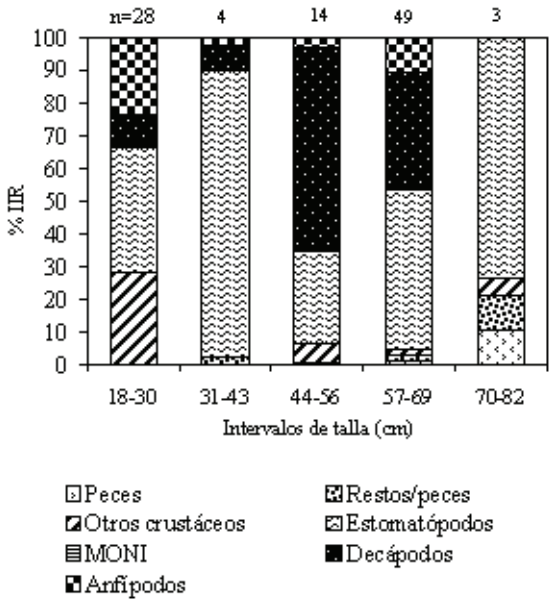
b) Variación estacional del espectro trófico. El análisis muestra variaciones significativas ($p<0.05$) en el tipo de presas consumidas a lo largo del tiempo; así el IIR revela que los estomatópodos fueron más abundantes en otoño (62.5%) y más escasos en el verano (20.5%), mientras que ocurrió lo contrario con los decápodos (30.2 a 79.5%) (Fig. 1b).

c) Variación del espectro trófico con respecto a la talla. Se observó una ligera variación en la alimentación de esta especie con respecto a su longitud, y una clara preferencia por los estomatópodos en los intervalos de talla de 18-30 cm (38.2%), 31-43cm (87.2%) y 57-69 cm (49%). Sin embargo, en los intervalos de 44-56 cm y de 70-82 cm el alimento preferencial fueron los decápodos con 61% y 73% respectivamente (Fig. 2).

Narcine entemedor

a) Composición específica del espectro trófico. Se revisaron 222 individuos, de los cuales sólo 76 (34.2%) tenían alimento en el estómago. Se registraron 29 componentes alimentarios pertenecientes a cuatro taxones mayores: poliquetos, crustáceos, moluscos y peces; de ellos, 20 se identificaron hasta especie, cinco hasta género, dos hasta familia y los restantes quedaron como orden o restos (Tabla 2). La presa con mayor %N e IIR fue el poliqueto *Diopatra oblicua* (17 y 25%, respectivamente), el %P más grande fue del pez

Figura 2
Variación del espectro trófico con respecto a la talla en *Rhinobatos glaucostigma*



Apterichthus equatorialis con 24.8, y el %FA más alto lo obtuvieron los restos de peces (11.8). Al aplicar los cuatro índices, los grupos de presas más representativos fueron los poliquetos (41.5) y los peces (21.7) (Fig. 3a).

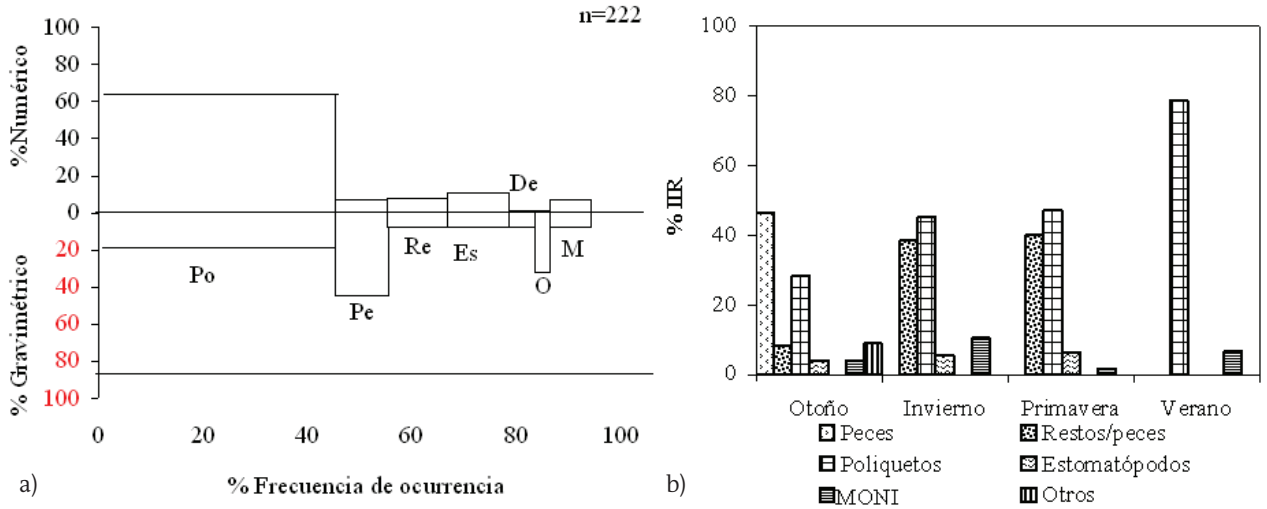
b) Variación estacional del espectro trófico. El espectro alimentario presentó algunas variaciones a lo largo del año: en otoño los peces aportaron 44.6%; durante invierno y primavera los componentes más importantes fueron los poliquetos (47.8 % y 45.8%) y los restos de peces (38.5% y 42.7%), mientras que en verano el componente principal fueron los poliquetos (84.8%) (Fig. 3b).

c) Variación del espectro trófico con respecto a la talla. La dieta de estas rayas estuvo constituida principalmente por poliquetos, aunque el %P que ocuparon disminuyó al incrementarse la talla de los individuos: 12-21 cm (78.9%), 22-31 cm (80%), 32-41 cm (54.5%), 42-51 cm (63.6%) y 52-61 cm (36.8%). Por otro lado, entre los intervalo de 62-70 cm la dieta estuvo constituida por peces, restos de peces y principalmente moluscos, que representaron 60% de las presas (Fig. 4).

Urobatis halleri

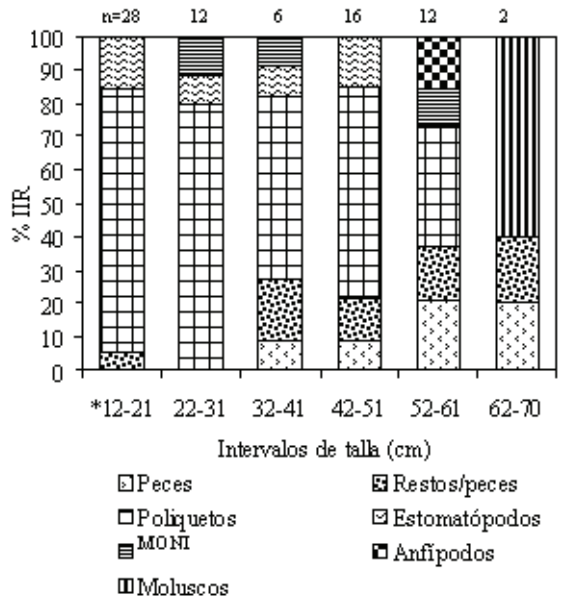
a) Composición específica del espectro trófico. Se analizaron 295 ejemplares, de ellos, 161 (54.5%) presentaron estómago con alimento y 134 (45.4%) estuvieron vacíos. Se registró un total de 27 componentes ali-

Figura 3
Principales grupos de presas observados en los contenidos estomacales de *Narcine entemedor*



a) Al aplicar los cuatro índices (Po = Poliquetos, Pe = Peces, O = Otros, Re = Restos de peces, Es = Estomatópodos, De = Decápodos, M = MONI), y b) variación estacional del espectro trófico.

Figura 4
Variación del espectro trófico con respecto a la talla de *Narcine entemedor*



mentarios de los cuales 14 se identificaron hasta especie, tres hasta género, siete hasta familia, uno quedó como orden y los demás como restos o peces no identificados (Tabla 3). En cuanto al %N, las presas más abundantes fueron del orden Amphipoda con 23.3; sin embargo, por su %P (16.6), %FA (19.9) e IIR (21.5%) el estomatópodo *Squilla* sp. fue el alimento preferido por lo que una vez que se aplicaron los cuatro índices, el grupo de presas más representativo fue el de los estomatópodos, ya que aportó 51.4% (Fig. 5a).

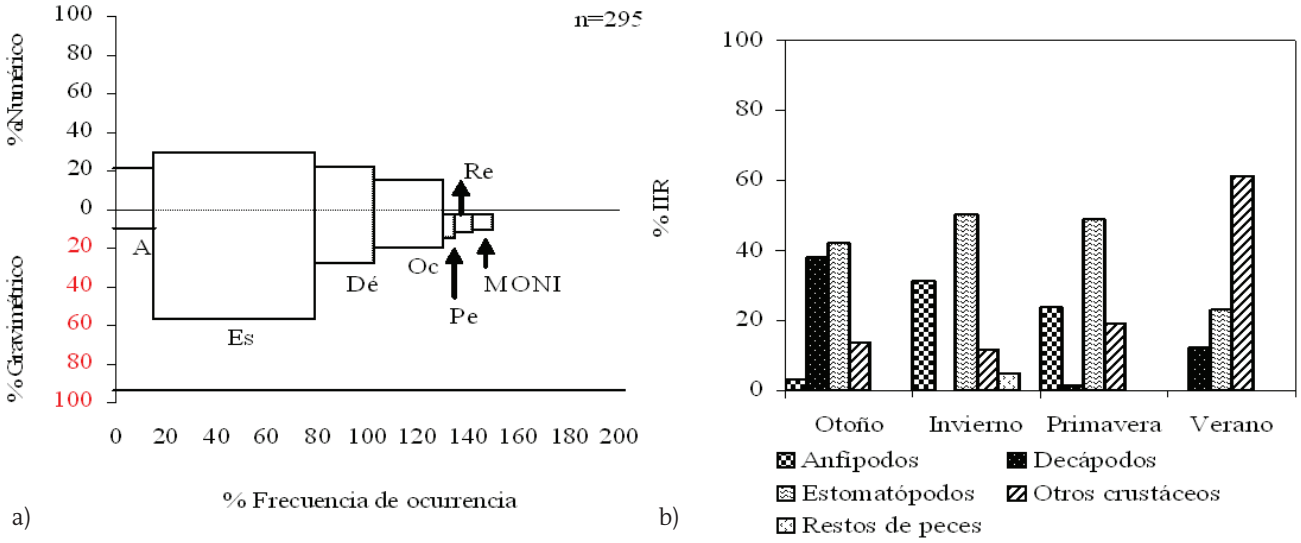
b) Variación estacional del espectro trófico. En otoño los grupos de presas más abundantes fueron los estomatópodos (42.1%) y los decápodos (38%); en invierno y primavera fueron los estomatópodos (50.2% y 48.8%, respectivamente), y en verano el grupo de otros crustáceos aportó 61.3 % (Fig. 5b).

c) Variación del espectro trófico con respecto a la talla. Se observó que los estomatópodos fueron más abundantes en las rayas de menor tamaño (12-22 cm), en las que representaron 40.8%; en las tallas subsecuentes abundaron los anfípodos (23 a 33 cm), los decápodos (34 a 44 cm), y los anfípodos y otros crustáceos (45 a 55 cm) como se observa en la *figura 6*.

Urotrygon munda

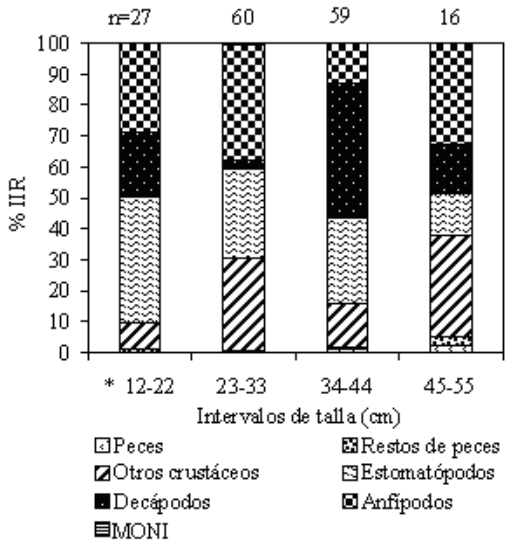
a) Composición específica del espectro trófico. Se obtuvieron 302 (56.2%) estómagos con alimento y 235 (43.8%) vacíos. Esta especie registró 25 componentes alimentarios de los cuales se identificaron 12 hasta especie, tres hasta género, siete hasta familia, uno quedó como orden, uno como peces no identificados y otros como restos. El carideo *Ogyrides alphaerostris* fue la que presentó el mayor %N (31.3) e IIR (27.2%).

Figura 5
Principales grupos de presas observados en los contenidos estomacales de *Urobatis halleri*



a) Al aplicar los cuatro índices (A = Anfípodos, De = Decápodos, Es = Estomatópodos, Re = Restos/peces, Oc = Otros crustáceos, M = MONI), y b) variación estacional del espectro trófico.

Figura 6
Variación del espectro trófico con respecto a la talla de *Urobatis halleri*



Por su parte, *Eurysquilla veleronis* presentó el mayor porcentaje en peso (11.4) y en %FA (8.6) (Tabla 4). En la aplicación de los cuatro índices, los estomatópodos representaron 43.8% del IIR, seguido por los decápodos con 33 por ciento (Fig. 7a).

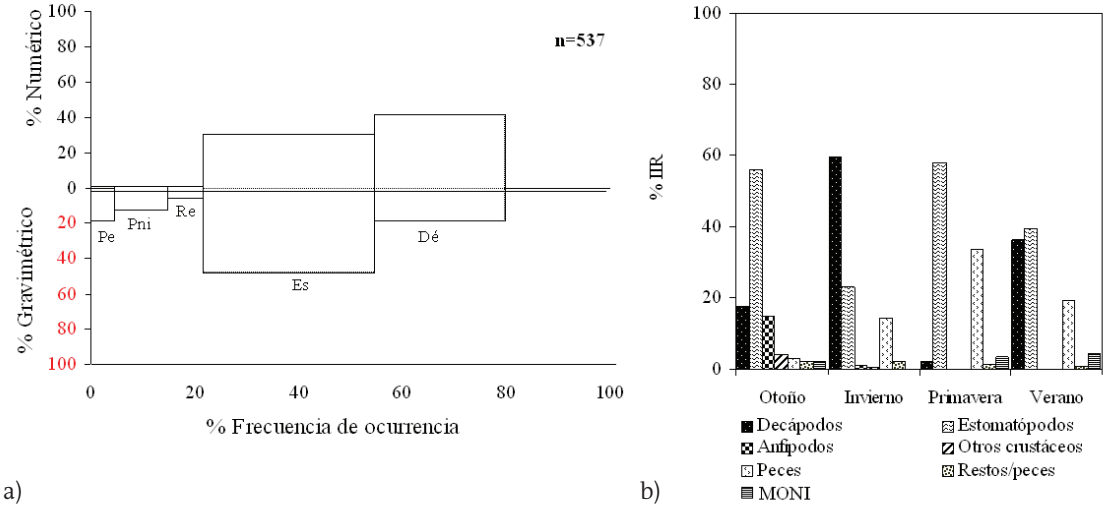
b) Variación estacional del espectro trófico. Se presentaron ligeras variaciones del espectro alimentario a lo largo del año. En otoño y primavera los grupos dominantes en la dieta fueron los estomatópodos con 56% y 57.9% respectivamente; en invierno el grupo de presas de mayor importancia fueron los decápodos con 59.6% y en verano dominaron los estomatópodos con 39.4% y los decápodos con 36.3% (Fig. 7b).

c) Variación del espectro trófico con respecto a la talla. Los decápodos se encontraron en todos los intervalos de talla de *U. munda*, siendo los más representativos en los tres primeros: 14-22 cm (35%), 23-31 cm (66.2%) y 32-40 cm (31.2%), mientras que en la clase de 41-49 cm los estomatópodos fueron las presas más comunes (62.4%). Por otro lado en las tallas más grandes los peces se presentaron en mayor porcentaje: 50-58 cm (75%) y 59-67 cm (79%) (Fig. 8).

Urotrygon rogersi

a) Composición específica del espectro trófico. Se revisaron 135 individuos, de los cuales 99 (73.3%) presentaron alimento en el estómago. El espectro alimentario estuvo constituido por 19 componentes cuya

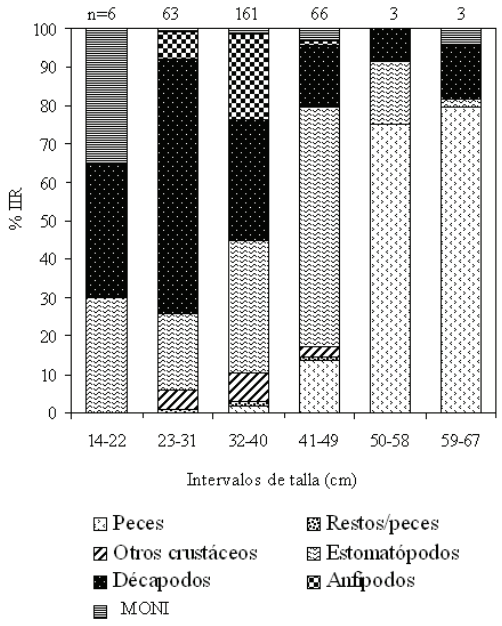
Figura 7
Principales grupos de presas observadas en el contenido estomacal de *Urotrygon munda*



a) b)

a) Al aplicar los cuatro índices (Es = Estomatópodos, De = Decápodos, Oc = Otros crustáceos, Pni = Peces no identificados, Re = Restos de peces); y b) variación estacional del espectro trófico.

Figura 8
Variación del espectro trófico con respecto a la talla de *Urotrygon munda*



identidad taxonómica está en la *tabla 5*. La especie *Processa peruviana* fue la más abundante en número con 50.8; sin embargo, el estomatópodo *Eurysquilla veleronis* aportó el mayor porcentaje en peso (30.4), en frecuencia de aparición (16.2) e índice de importancia relativa (29.2%). Al aplicar los cuatro índices, los grupos de presa más representativos fueron los estomatópodos con 52.1% y los decápodos, quienes aportaron 44.1 por ciento (Fig. 9a).

b) Variación estacional del espectro trófico. En otoño y primavera las presas más consumidas fueron los estomatópodos (61.8% y 90.3%), mientras que durante el invierno y verano los componentes más importantes fueron los decápodos con 62.6 % y 63.9 %, respectivamente (Fig. 9b).

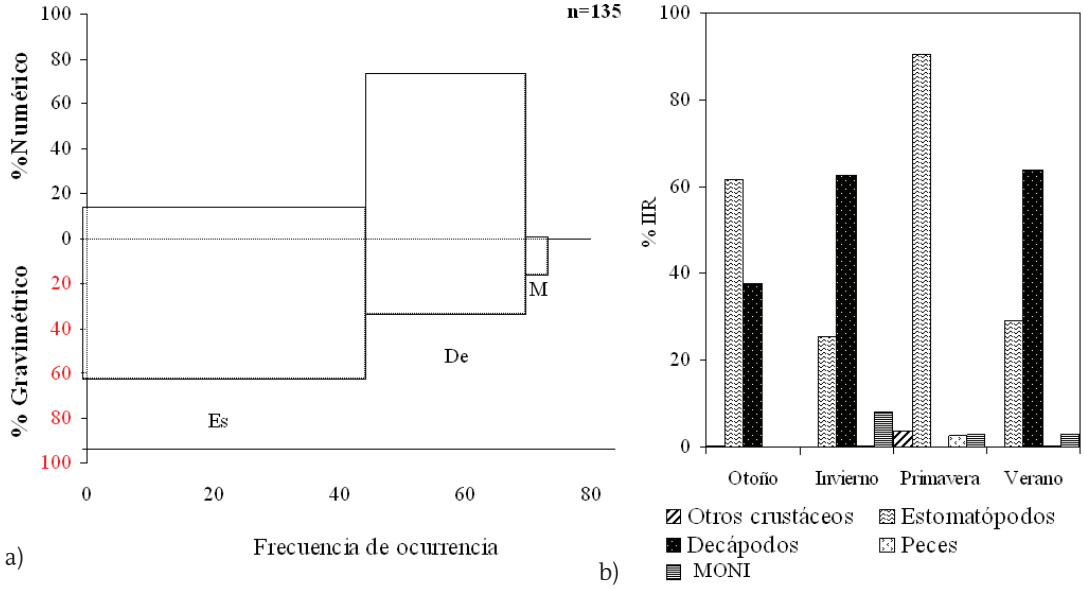
c) Variación del espectro trófico con respecto a la talla. Los decápodos representaron 89.8% en la clase de 29 a 33 cm, y 76.2% en la de 34 a 38. Los estomatópodos presentaron mayor porcentaje (44.7%) en los estómagos de las rayas de 24 a 28 cm y en las de 39 a 43 centímetros (58.6%) (Fig. 10).

Discusión

Rhinobatos glaucostigma

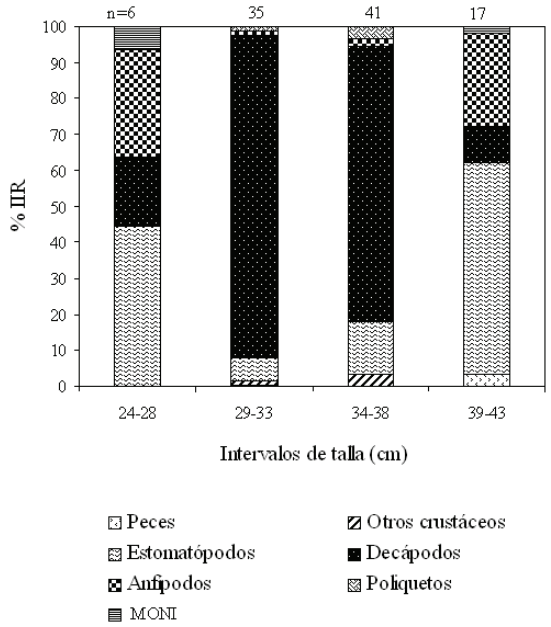
El reducido número de componentes alimentarios de *R. glaucostigma* ha sido observado para otras especies del mismo género. Talent (1982) señala para *Rhinobatos productus* un espectro trófico con sólo tres componentes alimentarios (moluscos, crustáceos y peces), que difieren de los encontrados en los contenidos estomacales de *R. glaucostigma* analizados

Figura 9
Principales grupos de presas observadas en el contenido estomacal de *Urotrygon rogersi*



a) Al aplicar los cuatro índices. (Es = Estomatópodos, De = Decápodos, M = MONI); y b) variación estacional del espectro trófico.

Figura 10
Variación en la composición del espectro trófico con respecto a la talla de *Urotrygon rogersi*



en el presente estudio; es muy probable que esto se deba a los diferentes hábitats y a la distribución propia de las especies; además, en este trabajo se analizó mayor cantidad de estómagos, se utilizó un método de captura diferente (redes semiportuguesas), y los muestreos fueron realizados durante un ciclo anual. Los estudios realizados con *R. productus* se llevaron a cabo en lagunas y estuarios, áreas inestables, caracterizadas por presentar grandes variaciones espaciales y temporales en temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, turbidez y otros factores (Yáñez-Arancibia, 1977; Day *et al*., 1989).

El hecho de haber observado una variación temporal muy marcada en los componentes del espectro trófico de esta especie hace suponer que el grupo de los crustáceos (decápodos y estomatópodos) se encuentra en gran abundancia en el medio bentónico. Esto podría deberse a que muchas especies tienen la capacidad de regular la estructura de la comunidad bentónica por medio de su fuerza depredadora, además de ejercer fuerte impacto sobre algunas poblaciones de importancia comercial como lo son los camarones peneidos (Minello y Zimmerman, 1984).

En esta especie no se encontró gran variación en la dieta entre los intervalos de talla porque los crustáceos fueron el grupo dominante; sin embargo, en el estómago de los individuos mayores a 69 cm, además de estomatópodos, se encontraron también peces y restos de peces.

Narcine entemedor

Es importante señalar que la conducta alimentaria de esta especie no se restringe únicamente al ambiente

bentónico. Las presas como la anguila *A. equatorialis*, los restos de peces y el poliqueto *D. oblicua*, fueron consideradas como preferenciales, lo cual indica el alto grado de especialización de esta raya. La adaptabilidad o plasticidad trófica exhibida por varias especies de depredadores, como los peces, les confiere la capacidad de explotar mayor gama de hábitats a los que no tienen acceso otro tipo de organismos, y en consecuencia a incrementar sus zonas de distribución dentro del ecosistema (Lowe-McConnell, 1987; Vega-Cendejas, 1998). Una de las características que debe ser considerada en la conducta alimentaria de *N. entemedor*, es la morfología del aparato alimentario, ya que difiere del resto de las especies estudiadas (*U. munda, U. halleri, U. rogersi* y *R. glaucostigma*), porque presenta una boca relativamente pequeña y protráctil (en forma de tubo) con numerosos dientes monocúspides dispuestos en una banda en cada mandíbula y modificaciones carnosas en los labios, que también pueden servir como órganos de apresamiento. La forma de la boca posiblemente sea una de las razones por las cuales se podría explicar la naturaleza de los componentes alimentarios ingeridos por este depredador (Lagler *et al*., 1984; McEchran, 1995), y por ello las presas más importantes fueron los poliquetos, cuya abundancia y diversidad son altas en los sustratos arenosos y lodosos. El tipo de dientes de esta especie permite que las conchas de los moluscos y los caparazones quitinosos de los poliquetos, decápodos y estomatópodos sean fácilmente triturados.

Además, *N. entemedor* presenta baja movilidad y tiene la capacidad de enterrarse, de modo que se alimenta de presas de fácil captura. Con respecto a los peces consumidos, éstos pertenecen al orden anguiliforme, que incluye organismos que viven en aguas costeras poco profundas y son bentónicos, aunque no se entierran en el fondo marino (Bussing y López, 1953; Sarur-Zanata *et al*., 1984).

Aún cuando se encontraron diferencias significativas en la variación estacional del espectro alimentario, la presencia de los poliquetos fue constante en los estómagos. Este grupo es una parte importante en la ecología del bentos, porque al actuar como detritívoro, reintegra sustancias alimenticias en descomposición al medio y cambia las propiedades del fondo, además de formar parte de las cadenas tróficas de las comunidades marinas en donde participan como consumidores de primer y segundo grados. Los poliquetos son un recurso alimentario importante para los peces (Meglitsh, 1981; Yáñez-Arancibia, 1978; Salazar-Vallejo *et al*., 1988).

Un concepto que ayuda a entender la conducta alimentaria de esta especie, es aquel que señala que una especie se torna especialista cuando la abundancia absoluta de las presas preferidas por el depredador se incrementa de manera importante en el entorno en que se está desenvolviendo (Pyke, 1984), lo cual confirma que los principales componentes presa dentro de la dieta de *N. entemedor* realmente son seleccionados.

Las variaciones observadas en los hábitos alimentarios con respecto al tamaño de los individuos fueron importantes, ya que mientras las rayas de menor talla se especializaron en el consumo de presas pequeñas (poliquetos y anfípodos), al crecer modificaron su dieta, por lo que las más grandes se especializaron en el consumo de presas de mayor tamaño como lo fueron los peces y moluscos. Al respecto, Gerking (1994) señala que esta conducta está relacionada con algunos procesos de digestibilidad, así por ejemplo, los organismos muy jóvenes aún no han desarrollado ciertas estructuras o funciones, en este caso, la capacidad de romper las estructuras calcáreas de los moluscos (Bussing, 1995) y los procesos enzimáticos que les permiten degradar las conchas, para aprovechar adecuadamente alguna presa que se encuentre en elevada disponibilidad.

Urobatis halleri

Es una especie epibentónica (vive en sustratos arenosos) con baja capacidad de desplazamiento (es relativamente sedentaria), residente de los sistemas estuarinos lagunares; y tiene la capacidad de enterrarse (Stanley-Babel, 1967; McEachran, 1995). Estas características podrían representar una de las razones por las cuales se explica la naturaleza de los componentes de su espectro trófico, constituido básicamente por organismos de la infauna bentónica propia de la plataforma continental donde fue capturada. Estudios realizados en otras latitudes (Talent, 1982; Castro-Aguirre *et al.*, 1993; Gray *et al.*, 1997) sobre el espectro trófico de otras especies de rayas guardan cierta similitud en cuanto a los resultados, con este trabajo, ya que mencionan que los crustáceos portúnidos, poliquetos, moluscos, anfípodos, estomatópodos, decápodos (camarones) y los peces pequeños, son los principales componentes alimentarios. Los resultados del único antecedente en aguas mexicanas (al sur del Golfo de México) sobre los hábitos alimentarios de las rayas del género *Urobatis* (Yáñez-Arancibia y Amezcua-Linares, 1979), coincidieron con los obtenidos en el presente estudio, ya que los invertebrados bentónicos fueron los principales componentes alimentarios de las especies de este género. Aunque difieren con relación a la proporción y a la presencia de los moluscos, porque no se encontraron en el contenido estomacal de *U. halleri*. Estas diferencias pue-

den ser circunstanciales o atribuibles a la ubicación geográfica y a ciclos estacionales en la abundancia de los organismos presa (Mendoza-Carranza, 1995; Allan 1995; Ferry-Lara *et al.*, 1997). La similitud en las preferencias alimentarias es característica en especies relacionadas filogenéticamente. Dicha conducta ha sido señalada como una estrategia evolutiva para evitar fuertes procesos de competencia por los recursos alimentarios (Evans, 1983).

Aun cuando no se observaron diferencias significativas con respecto a la variación estacional del espectro alimentario, en términos generales se señala que la constante presencia de los microcrustáceos (decápodos, estomatópodos y anfípodos) en todas las estaciones del año, podría deberse a su elevada abundancia en la zona de estudio (Jalisco y Colima). Esto puede ser la razón de su dominancia como presa, si bien no necesariamente por su valor energético, sino porque dada su profusión, el tiempo de búsqueda por parte del depredador puede reducirse de forma considerable y, en consecuencia, incrementarse el consumo energético por unidad de tiempo. Abitia-Cárdenas *et al*. (1990) señalan que los microcrustáceos, moluscos y poliquetos son los componentes alimentarios predominantes en la estructura trófica de las especies asociadas al ambiente bentónico.

No se encontró una clara diferencia de los espectros tróficos de las distintas clases de tallas, posiblemente porque no hay segregación espacial entre los individuos de diferentes tamaños, y todos pueden incidir con la misma intensidad sobre los recursos disponibles en sus áreas de distribución. Dentro de los estudios realizados sobre esta especie, y que difieren en gran medida de este trabajo, está el de Stanley-Babel (1967), quien comparó las preferencias alimentarias con respecto a otras especies del género *Urobatis*. La variación trófica con respecto a la talla está relacionada con aspectos morfológicos tales como la amplitud de la boca y la capacidad locomotora (Chao y Musick, 1977), así como con los requerimientos energéticos en función de su ecofisiología y la flexibilidad de la conducta trófica de la especie (Liem, 1980; Stoner, 1980; Stoner y Livingston, 1984, Gerking, 1994).

Urotrygon munda

A diferencia de *U. halleri*, la conducta alimentaria de *U. munda* no se restringió únicamente al ambiente bentónico, ya que también se encontraron porcentajes importantes de peces y restos de éstos. El alto grado de digestión de los peces encontrados en los contenidos estomacales de *U. munda* se debe a que su estómago es un órgano moledor bien definido, con glándulas gástricas que secretan ácido clorhídrico y pepsinógenos, sustancias químicas que en combinación son efectivas para desdoblar proteínas de alto peso molecular (Torres-Orozco, 1991).

La dieta no mostró cambios importantes a lo largo del tiempo y la variación en la selección de las presas de *U. munda* durante las diferentes estaciones del año se puede atribuir a los cambios a los que está sujeta la comunidad de presas bentónicas (Evans, 1983). Las variaciones temporales y espaciales experimentadas en el espectro trófico de algunas especies de peces son muy frecuentes y son consecuencia de la disponibilidad, la calidad de hábitat y de los recursos alimentarios (Haedrich y Hail, 1976; Henderson, 1989 y Winemiller, 1990).

Se detectó una relación entre el tipo de presa y la talla del depredador, puesto que los individuos pequeños (14-22 cm) consumieron principalmente estomatópodos y decápodos, mientras que los de tallas mayores (50-67 cm) se alimentaron de presas más grandes, en este caso de peces. Estos cambios en las preferencias tróficas dentro de una misma especie, relacionados con la talla del organismo, han sido explicados en función de la palatabilidad y el aporte energético con que contribuyen los organismos presa a las necesidades del depredador (Limbaugh, 1955; Ridge, 1963; Karl y Obresbski, 1976; Yáñez-Arancibia y Amezcua-Linares, 1979; Minello y Zimmerman, 1984; Abitia-Cárdenas *et al*., 1997; Gray *et al*., 1997). Al revisar la literatura sobre los tipos alimentarios entre las diferentes tallas de las rayas, se concluye que dicho cambio es una característica común. Las diferencias tróficas ontogénicas permiten la coexistencia de los individuos al reducir la competencia intraespecífica, y a su vez reflejan la incapacidad de los peces pequeños para capturar ciertas presas debido a limitaciones físicas de su aparato alimentario o a su menor movilidad (Sumpton y Greenwood, 1990).

Urotrygon rogersi

Esta especie presentó un espectro trófico reducido (de sólo 20 componentes alimentarios) conformado por organismos presa característicos del ambiente bentónico, como decápodos, anfípodos, estomatópodos, anomuros, braquiuros y poliquetos. Según los resultados, este depredador fue muy selectivo por algunos de los organismos presa consumidos, como *E. veleronis*, *P. peruviana*, *O. alphaerostris* y *M. swetti.* Al respecto, Chao y Musick (1997), y Main (1985) señalan que la selectividad de los peces por determinado componente alimentario va en función del tamaño y la palatabilidad de la presa, así como de la propia accesibilidad del recurso, complementada con las características del apartado bucal del depredador.

El limitado número de componentes alimentarios de los cuales hacen uso algunos depredadores, posiblemente sea una estrategia empleada para amortiguar los fuertes procesos de competencia por determinado recurso entre las especies coexistentes (Day *et al*., 1989).

No hubo variación estacional en los componentes alimentarios; fueron importantes los estomatópodos y decápodos ya que se encuentran de manera constante en el ambiente bentónico. Una gran variedad de organismos marinos, entre ellos las rayas, utilizan a los crustáceos como alimento principal, lo que es lógico, ya que son el grupo más abundante de artrópodos marinos (Weihaupt, 1984). Ahora bien, la gran variedad de organismos que componen este grupo y su abundancia en los diferentes ambientes, aunados a las distintas estrategias alimentarias de los depredadores favorecen el consumo de un determinado tipo de crustáceos sobre otro, como en el caso de *U. munda, U. rogersi, U. halleri* y *R. glaucostigma*, cuya alimentación se basó fundamentalmente en anfípodos, decápodos, estomatópodos y portúnidos.

Al igual que en *U. halleri* y *R. glaucostigma*, en *U. rogersi*, no hay una clara diferenciación de los espectros tróficos de las tallas analizadas. Ya que tanto los individuos de tallas menores (24-28 cm) como los más grandes (39-43 cm) se alimentaron de presas de pequeño tamaño (anfípodos, decápodos, estomatópodos, portúnidos), en estas tres especies se observó una pequeña diferencia con respecto al grupo de los peces, pues si bien estuvo presente, su proporción fue mucho menor con respecto a las demás presas. Generalmente cada especie varía la amplitud de su nicho trófico con el crecimiento en función de sus características morfológicas y de sus requerimientos fisiológicos (Vega-Cendejas, 1998).

Referencias bibliográficas

Abitia-Cárdenas, L.A., F. Galván-Magaña., J. Rodríguez-Romero. 1997. Food habits and energy values of prey of stripped marlin, *Tretapturus audax* of the coast of México. *Fish Bull*., 95(2):360-368.

Abitia-Cárdenas, L.A, J. Rodríguez-Romero y F. Galván-Magaña. 1990. Observaciones tróficas de tres especies de importancia comercial en Bahía Concepción, BCS, México. *Inv. Mar. cicimar*, 5(2):55-61.

Allan, J.D. 1995. *Stream ecology. Structure and function of running waters*. Chapman and Hall, Londres. 388p.

Allen, G.R. y R.D. Robertson. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press, Hawaii. 332p.

Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona. Tucson, Arizona. 513p.

Bussing, W.A. 1995. Tetraodontidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carperter y V.H. Niem (eds). *Guía fao para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental*. II Vertebrados. Roma, Italia. pp. 1629-1637

Bussing, W.A y M.I. López. 1953. Demersal and pelagic inshore fishes of the Pacific Coast of lower Central America. Publ. Especial*. Rev. Biol. Tropical*, 163p.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que presentan las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica (19), inp, México. 298p.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Serie Biotecnologías. ipn, Noriega-Limusa, México. 711p.

Castro-Aguirre, J.L., J.J. Schmitter, E.F. Balart y R.Torres-Orozco. 1993. Sobre la distribución geográfica de algunos peces bentónicos de la costa oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.,* 38: 75-102.

Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. *Calif. Dep. Fish and Game Fish. Bull.,* 79:1-83.

Chao, L.N. y J.A. Musick. 1977. Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the York River estuary, Virginia. *Fish. Bull.,* 75(4):657-702.

Daniel, W.W. 1979. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud.* Limusa, México. 878p.

Day, W.J. Jr., C.A. Hall, W.M. Kemp y A. Yáñez-Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology.* John Wiley & Sons, Nueva York. 557p.

De La Cruz Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V.M. Cota-Gómez y G. de la Cruz- Agüero. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. ipn- cicimar, conabio, México. 341p.

De León-González, J.A. 1994. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental de la costa oeste de Baja California Sur, México: Taxonomía, hábitos alimenticios y distribución.* Tesis de Maestría. cicimar-ipn, La Paz, BCS. 177p.

Eschmeyer, N.W. y E.S. Herald 1983. *A field guide to Pacific coast fishes of North America*. Petersen Field Guide Series. Houghton Mifflin Company. Boston, MA. 336p.

Evans, S. 1983. Production, predation and food niche segregation in a marine shallow soft-bottom community. *Mar. Ecol. Progr. Ser*., 10:147-157.

Fauchland, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of the Los Angeles County*. *Science Series,* 28:1-188.

Ferry-Lara, A., L.C. Stephen y G.M. Cailliet. 1997. Food habits of spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*, Serranidae), from Bahía de Los Ángeles, Baja California. *Bull. Southern California Acad. Sci.,* 96(1):1-21.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. fao Roma. 1813p.

Garth, J.S. y W. Stephenson. 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae*. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol*., 1:1-154.

Gerking, S.D. 1994. *Feeding ecology of fish*. Academic Press. Nueva York. 416p.

Gray, A.E., T.J. Mulligan y R.W. Hannah. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray*, Myliobatis californica* in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49(2):227-238.

Haedrich, R. L. y C. A. Hail. 1976. Fishes and estuaries. *Oceanus,* 19:1-55.

Hartman, O. 1950. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions,* 15(1): 1-181.

Henderson, P.A. 1989. On the structure of the inshore fish community of England and Wales. *J. Mar. Biol. Ass. UK,* 69:145-163.

Hendrickx, E.M. 1996. *Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustácea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano*. ICMyL-UNAM. México, 147p.

Hendrickx, E.M. 1997. *Los cangrejos brachiuros (Crustácea: Brachyura: Dromiidae hasta Leucosiidae) del Pacífico*. CONABIO, ICMyL-UNAM, México, 178p.

Hendrickx, E.M., J. Salgado-Barragán. 1991. *Los estomatópodos (Crustácea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano.* ICMyL-UNAM. México. Publ. Esp. 10: 200p.

Jordan, D.S. y B.W Evermann. 1896-1900. The fishes of north and middle America. *Bull. US Nat. Mus*., 47(3):1-2196.

Jorgensen, S.C. y G.L. Miller. 1973. Meristic characters of some marine fishes of the Western Atlantic Ocean. *Fish Bull*., 71(1):301-312.

Karl, S. y S. Obrebski. 1976. The feeding biology of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California. En: C.A. Simenstad y S. J. Lipovsky (eds.). *Fish food habits studies*, Workshop Proc. WSG-WO, 77(2): 181-186.

Keen, M.A. 1971. *Sea shell of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, Stanford, California. 104p.

Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R.M. Passino. 1984. *Ictiología*. AGT, México. 489p.

Liem, K.F. 1980. Adaptative significance of intra- and interspecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes. *Am. Zool*., 20:295-314.

Limbaugh, C. 1955. Fish life in the kelp beds and effects of harvesting. *Univ. Calif. Inst. Mar. Res*., 55(9):1-156.

Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities.* Cambridge University Press, Londres. 382p.

Main, L.K. 1985. The influences of prey identify and size on selection of prey for two marine fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*., 88:145-152.

McEachran, J. 1995. Urolophidae. En: Fischer, W., F.Krupp., W. Schneider., C. Sommer., K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds). *Guía FAO. Para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental*. FAO, Roma. pp. 786-792.

Meglitsh, A.P. 1981. *Zoología de invertebrados*. Blume, Madrid. 981p.

Mendoza-Carranza, M. 1995. *Descripción y comparación de las dietas de* Paralabrax maculatofasciatus, P. clathratus *y* P. nebulifer *en el Estero de Punta Banda de Todos Los Santos, Ensenada, BC. México.* Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, BC. 65p.

Minello, J.T. y J.R. Zimmerman. 1984. Fish predation on juvenile brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives: effects of turbidity and substratum on predation rates. *Fish. Bull*., 85(1):59-70.

Monod, T. 1968. *Le complexe urophore des poissons teleosteens*. Memories de l' Intitute Fundamental D' Affrique Noire. 81: 705p.

Pinkas, L., M.S. Oliphant y L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore bluefin tuna, and bonito in California waters, *Calif. Dep. Fish and Game Fish. Bull*., 152:1-105.

Pyke, G.H. 1984. Optimal foraging theory: A critical review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.,* 15:523-575.

Ridge, R.M. 1963. *Food habits of the bat ray,* Myliobatis californica*, from Tomales Bay, California.* Tesis. Univ. Calif. Berkeley. 56p.

Rodriguez de La Cruz, M.C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California.* Secretaría de Pesca, México. 306p.

Rosecchi, E. y Y. Nouaze. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit*., 49(3-4):11-123.

Salazar-Vallejo, S.I., J.A. de León-González y H. Salaices-Polanco. 1988. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Universidad Autónoma de Baja California. La Paz, BCS. 212p.

Sarur-Zanata, J. C., R. Millán-Núñez., C.A. Sigala-Gutiérrez y C.A. Small-Mattox-Sheahen. 1984. Variation and similarity in three zones with different type of substrate in Laguna Ojo de Liebre, BCS., México. *Ciencias Marinas,* 10(2):175-179.

Skoglund, C. 1991. Additions to the Panamic Province gastropod (Mollusca) literature 1971 to 1992. *The Festivus*, 24(12):1-169.

Skoglund, C. 1992. Additions to the Panamic Province Bivalve (Mollusca) literature 1971 to 1990. *The Festivus*, 22(9):2-63.

Stanley-Babel, J. 1967. Reproduction, life history, and ecology of the round stingray, *Urolophus halleri*. (cooper). *Calif. Dep. Fish and Game Fish. Bull.,* 137:1-104.

Stoner, W.A. 1980. Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces:Sparidae): Variation and functional responses. *Fish Bull.,* 78:337-352.

Stoner, W.A. y R.J. Livingston. 1984. Ontogenetic patterns of diet and feeding morphology in sympatric Sparid fishes from seagrass meadows. *Copeia,* 1:174-187.

Sumpton, W. y J. Greenwood. 1990. Pre and post-flood feeding ecology of four species of juvenile fish from the Logan Albert estuarine system, Moreton Bay, Queensland. Aust. *J. Mar. Fresh. Res*., 41:795-806.

Talent, L.G. 1982. Food habits of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, brown smoothhound, *Mustelus henlei*, shovelnose guitarfish*, Rhinobatos productus*, and bat ray, *Myliobatis californica*, in Elkhorn Slough, California. *California Fish and Game*, 68(4):224-234.

Thompson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the sea of Cortez.* John Wiley & Sons, Nueva York. 302p.

Torres-Orozco, R. 1991. *Los peces de México*. AGT, México. 235p.

Valadez González, C., B. Aguilar-Palomino y S. Hernández-Vázquez. 2000. Dieta de la raya *Narcine entemedor* en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Boletín Centro Investigaciones Biológicas,* 34(1):1-80.

Valadez González, C., B. Aguilar-Palomino y S. Hernández-Vázquez. 2001. Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) (Condrichthyes: Urolophidae) capturada en la plataforma continental de Jalisco y Colima. *Ciencias Marinas*, 27(1):91-104.

Vega-Cendejas, M.E. 1998. *Trama trófica de la comunidad nectónica asociada al ecosistema de manglar en el litoral norte de Yucatán.* Tesis de doctorado. Fac. de Ciencias, UNAM, México. 170p.

Weihaupt, J.G. 1984. *Exploración de los océanos. Introducción a la oceanografía.* MacMillan, Nueva York. 640p.

Winemiller, K.O. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol. Monographs,* 60(3):331-367.

Yáñez-Arancibia, A. 1977. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades ictiofaunísticas en nueve lagunas costeras del estado de Guerrero (Pacífico Central de México).* Tesis de Doctorado. ICMyL, UNAM. México. 761p.

Yáñez-Arancibia, A. 1978. Patrones ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades nectónicas en lagunas costeras del Pacífico Sur. *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol., UNAM,* 5(1):287-306.

Yáñez-Arancibia, A. y F. Amezcua-Linares. 1979. Ecología de *Urolophus jamaicensis* (Cuvier) en la Laguna de Términos, un sistema estuarino del sur del Golfo de México. (Pisces: Urolophidae). *An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol., UNAM*, 6(2):123-136.

Tabla 1
Porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) y porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR) del espectro trófico de *Rhinobatos glaucostigma*

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM: ARTHROPODA					
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: AMPHÍPODA		8.07	0.41	9.2	3.84
ORDEN: ESTOMATÓPODA					
Familia: Eurysquillidae	*Eurysquilla veleronis*	16.35	8.73	17.3	21.54
Familia: Squillidae					
	Squilla hancocki	6.66	10.47	10.2	8.59
	Squilla parva	0.91	7.70	5.1	2.12
	Meiosquilla swetti	5.75	14.68	10.2	10.31
	Squilla spp.	13.32	7.49	15.3	15.77
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: DECÁPODA					
Familia: Processidae	*Processa peruviana*	26.54	2.16	10.2	14.66
Familia: Penaeidae		3.73	2.77	7.1	2.33
	Trachysalambria brevisuturae	1.82	2.26	7.1	1.42
	Rimapenaeus fuscina	2.72	13.76	6.1	4.95
Familia: Sicyoniidae	*Sicyonia disdorsalis*	4.64	15.91	9.2	9.30
	Sicyonia spp.	0.20	0.21	1	0.00
Familia: Solenoceridae	*Solenocera florae*	0.50	4.00	3.1	0.71
INFRAORDEN ANOMURA					
Familia: Diogenidae		0.40	0.10	1	0.00
INFRAORDEN BRACHYURA					
Familia:Calappidae	*Cycloes* sp.	2.12	0.41	4.1	0.51
Familia: Leucosidae		3.73	0.31	8.2	1.62
Familia: Portunidae	*Euphylax* sp.	0.20	0.51	1	0.00
PHYLLUM: CHORDATA					
CLASE: VERTEBRATA					
ORDEN: PLEURONECTIFORME					
Familia: Cynoglossidae	*Symphurus* spp.	0.20	2.26	1	0.10
Peces no identificados		0.50	1.64	2	0.20
Restos de peces		1.61	4.21	7.1	2.02

Tabla 2
Porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) y porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR), del espectro trófico de *Narcine entemedor*

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM ANNELIDA					
CLASE: POLYCHAETA					
ORDEN: ORBINIIDA					
Familia: Orbiniidae		0.95	0.52	1.30	0.22
ORDEN: PHYLLODOCIDA	*Glycera* sp	0.95	-0.21	1.30	0.11
Familia: Glyceridae	*Glycera oxycephala*	3.79	2.18	2.60	1.73
	Hemipodus sp	6.62	2.90	1.30	1.41
Familia: Goniadidae	*Goniada littorea*	5.68	0.31	6.60	4.32
	Goniopsis sp.	0.95	1.14	1.30	0.32
ORDEN: EUNICIDA					
Familia: Onuphidae	*Mooreonuphis* sp.	14.09	2.18	2.60	4.76
	Diopatra oblicua	17.88	5.29	10.50	27.03
Familia:Lumbrineridae	*Lumbrineris californiensis*	1.89	1.04	5.30	1.73
	Lumbrineris bicirrata	0.95	0.52	1.30	0.22
	Lumbrineris platylobata	1.89	0.21	2.60	0.65
Familia: Arabellidae	*Drilonereis falcata*	2.84	0.21	1.30	0.43
	Drilonereis filum	2.84	0.21	2.60	0.86
	Arabella iricolor	0.95	0.73	1.30	0.22
	Drilonereis nuda	2.84	0.31	2.60	0.97

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM: ARTHRÓPODA					
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: AMPHÍPODA		0.95	-0.21	1.30	0.11
ORDEN: ESTOMATÓPODA					
Familia: Eurysquillidae	*Eurysquilla veleronis*	0.95	0.52	1.30	0.22
Familia: Squillidae	*Meiosquilla swetti*	0.95	0.52	1.30	0.22
	Squilla hancocki	2.84	1.35	3.90	1.84
	Squilla spp.	5.68	1.14	3.90	3.03
ORDEN: DECÁPODA					
Familia: Processidae	*Processa peruviana*	1.89	0.83	2.60	0.76
Familia: Penaeidae	*Rimapenaeus fuscina*	0.95	0.73	1.30	0.22
OTROS GRUPOS					
Sipúncula					
Familia: Sipunculidae	*Sipunculus nudus*	0.95	7.78	1.30	1.30
PHYLLUM MOLLUSCA					
ORDEN: GASTEROPODA	*Oliva splendidula*	0.95	21.16	1.30	3.24
PHYLLUM: CHORDATA					
CLASE: VERTEBRATA					
ORDEN: ANGUILIFORMES					
Familia: Opterichthidae	*Apterichthus equatorialis*	4.73	25.73	5.30	17.95
Familia: Congridae	*Gnathophis cinctus*	1.89	13.90	2.60	4.65
	Bathycongrus macrurus	0.95	0.73	1.30	0.22
Familia: Nettastomatidae		0.95	2.90	1.30	0.54
Restos de peces		10.30	5.39	11.80	20.76

Tabla 3
Porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%p), frecuencia de aparición (%FA) y porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR), del espectro trófico *de Urobatis halleri*

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM: ANNELIDA					
CLASE: POLYCHAETA					
ORDEN: PHYLLODOCIDAE					
Familia: Glyceridae	*Hemipodus* sp.	0.10	0.52	0.62	0.00
Familia: Goniadidae	*Goniada littorea*	0.10	0.62	0.62	0.00
PHYLLUM: ARTHRÓPODA					
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: AMPHÍPODA		23.32	4.05	18	20.10
ORDEN: ESTOMATÓPODA					
Familia: Eurysquillidae	*Eurysquilla veleronis*	7.11	13.10	17.4	14.11
Familia: Squillidae	*Meiosquilla swetti*	6.31	12.47	15.5	11.68
	Squilla hancocki	4.90	7.17	9.3	4.57
	Squilla parva	0.10	0.31	0.6	0.00
	Squilla spp.	10.11	17.26	19.9	21.83
ORDEN: DECÁPODA					
Familia: Ogyridae	*Ogyrides alphaerostris*	7.21	1.98	4.3	1.62
Familia: Processidae	*Processa peruviana*	16.62	3.33	6.8	5.58
Familia: Penaeidae		0.60	2.70	3.1	0.41
	Trachysalambria brevisuturae	0.70	7.80	3.7	1.22
	Rimapenaeus fuscina	0.40	4.78	3.7	0.81
Familia: Sicyoniidae	*Sicyonia disdorsalis*	0.10	0.21	0.6	0.00
	Metapenaeopsis beebei	0.10	0.31	0.6	0.00
Familia: Solenoceridae	*Solenocera florae*	0.10	0.83	1.2	0.00
INFRAORDEN: ANOMURA					
Familia: Diogenidae		4.50	1.46	7.5	1.83
INFRAORDEN: BRACHYURA					
Familia: Raninidae		0.10	0.10	0.6	0.00
Familia:Calappidae	*Cycloes bairdii*	0.30	0.52	0.6	0.00
	Cycloes sp.	1.40	0.73	4.3	0.41
Familia: Portunidae		14.31	9.25	14.9	14.21

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM: CHORDATA					
CLASE: VERTEBRATA					
ORDEN: ANGUILIFORMES					
Familia: Ophichthydae	*Apterichtus equatorialis*	0.10	0.42	0.6	0.00
ORDEN: PLEURONECTIFORMES					
Familia: Congridae		0.10	1.25	0.6	0.00
Familia: Bothidae		0.20	1.04	0.6	0.00
Familia: Paralichthydae		0.20	1.25	1.2	0.10
Peces no identificados		0.20	2.81	1.9	0.20
Restos de peces		0.70	3.74	7.5	1.32

Tabla 4
Porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) y porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR), del espectro trófico de *Urotrygon munda*

Grupo	*Especie*	*%N*	*%P*	*%FA*	*IIR*
PHYLLUM: ARTHROPODA					
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: AMPHÍPODA		12.23	0.52	1.30	1.56
ORDEN: ESTOMATÓPODA					
Familia: Eurysquillidae	*Eurysquilla veleronis*	7.65	11.81	8.60	14.94
Familia: Squillidae	*Meiosquilla swetti*	7.03	9.43	5.30	7.78
	Squilla hancocki	3.36	7.15	5.00	4.67
	Squilla parva	2.34	3.94	3.30	1.87
	Squilla spp	9.99	11.09	8.30	15.56
Familia: Nannosquillidae	*Acanthosquilla digueti*	1.43	2.80	2.00	0.73
CLASE CRUSTÁCEA					
ORDEN: DECÁPODA					
Familia: Ogyridae	*Ogyrides alphaerostris*	31.91	6.11	8.30	28.22
Familia: Processidae	*Processa peruviana*	5.10	0.83	0.70	0.31
Familia: Penaeidae		2.96	5.70	5.30	4.15
	Trachysalambria brevisuturae	0.61	2.80	2.30	0.73
	Rimapenaeus fuscina	1.02	1.55	2.30	0.52
Familia: Sicyoniidae	*Sicyonia disdorsalis*	0.61	2.18	1.30	0.31
	Sicyonia spp	0.31	0.31	0.70	0.00
Familia: Solenoceridae	*Solenocera mutator*	0.10	0.31	0.30	0.00
INFRAORDEN ANOMURA					
Familia: Diogenidae		0.92	0.21	0.30	0.00
INFRAORDEN BRACHYURA					
Familia:Calappidae	*Cycloes* sp.	0.41	0.10	0.30	0.00
Familia: Leucosiidae		1.33	0.21	1.30	0.21
Familia: Portunidae		2.75	0.10	2.30	0.62
PHYLLUM: CHORDATA					
CLASE: VERTEBRATHA					
ORDEN: ANGUILIFORME					
Familia: Congridae					
	Bathycongrus macrurus	0.20	10.16	0.70	0.62
ORDEN: PLEURONECTIFORME					
Familia: Bothidae		1.12	4.56	1.00	0.52
Familia: Paralichthydae		1.43	2.18	0.70	0.21
Familia: Cynoglossidae		0.41	1.14	1.00	0.10
Peces no identificados		3.77	10.47	10.60	13.38
Restos de peces		1.02	4.35	6.30	3.01

Tabla 5
Porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) y porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR), del espectro trófico de *Urotrygon rogersi*

Grupo	Especie	%N	%P	%FA	IIR
PHYLLUM: ANNELIDA					
CLASE: POLYCHAETA					
ORDEN: PHILLODOCIDAE					
Familia:Goniadidae	*Goniada littorea*	0.70	0.63	1.01	0.10
	Goniada brunnea	0.50	0.63	2.02	0.10
ORDEN: EUNICIDA					
Familia: Onuphidae		0.50	0.32	1.01	0.00
PHYLLUM: ARTHRÓPODA					
CLASE: CRUSTÁCEA					
ORDEN: AMPHÍPODA		4.93	0.32	5.00	1.22
ORDEN: ESTOMATÓPODA					
Familia: Eurysquillidae	*Eurysquilla veleronis*	3.42	32.17	16.20	29.74
Familia: Squillidae	*Meiosquilla swetti*	5.44	19.47	12.10	15.68
	Squilla hancocki	1.01	4.02	5.10	1.32
	Squilla parva	0.60	0.32	1.00	0.00
	Squilla spp	3.93	6.77	11.10	6.21
ORDEN: DECÁPODA					
Familia: Ogyridae	*Ogyrides alphaerostris*	24.17	8.04	10.10	17.31
Familia: Processidae	*Processa peruviana*	51.16	9.31	8.10	26.17
Familia: Penaeidae		0.50	4.34	2.00	0.51
	Trachysalambria brevisuturae	0.20	8.04	2.00	0.81
	Rimapenaeus fuscina	0.10	0.32	1.00	0.00
Familia: Sicyoniidae	*Sicyonia* spp.	0.60	0.63	1.00	0.10
INFRAORDEN ANOMURA					
Familia: Diogenidae		0.20	0.63	2.00	0.10
INFRAORDEN BRACHYURA					
Familia:Calappidae		1.21	0.95	3.00	0.31
Familia: Portunidae		0.40	0.63	2.00	0.00
Peces no identificados		0.40	2.43	2.00	0.31

Aspectos de la reproducción de *Porichthys margaritatus* (Batrachoididae) en la costa sur de Jalisco y Colima

Salvador Ruiz Ramírez
Gabriela Lucano Ramírez[*]

Resumen

P. margaritatus es una de las dos especies de peces más abundantes en los fondos blandos del área de estudio. Para su colecta se realizaron arrastres nocturnos en la costa de Jalisco y Colima de enero a diciembre de 1996. La talla promedio del total de organismos fue de 8.6 cm; la de las hembras (8.5 cm) fue menor que la de los machos (10.4 cm). La proporción de hembras y machos fue de 0.9:1.1, aunque se presentaron variaciones mensuales y por clase de talla. Se describieron algunas características macroscópicas de los ovarios y testículos. Los ovarios maduros presentaron dos clases de ovocitos, fáciles de identificar por su color y tamaño. El número de ovocitos por hembra varió entre 20 y 44; se observó una relación lineal positiva entre el número de ovocitos y el peso del ovario. *P. margaritatus* presentó fecundidad determinada y el desarrollo de los ovocitos fue de tipo sincrónico por grupos. La distribución temporal del índice gonadosomático y las escalas de maduración macroscópica, sugieren que *P. margaritatus* presentó dos periodos de mayor reproducción; el primero, de marzo a julio y el segundo alrededor de noviembre.

Palabras clave: *Porichthys margaritatus,* Batrachoididae, reproducción, costa de Jalisco y Colima.

Introducción

P. margaritatus se distribuye en el océano Pacífico desde La Paz, Baja California Sur, México, hasta las islas Galápagos, en el Ecuador. Esta especie pertenece a la familia Batrachoididae, cuyos miembros, son peces de talla pequeña a mediana y con la boca y la cabeza amplias. En la costa sur de Jalisco y Colima se ha registrado la presencia de *P. margaritatus* en listados de la ictiofauna (Aguilar-Palomino *et al*., 1996a, 2001), y también se han realizado trabajos sobre esta especie, que abordan la distribución temporal de tallas (Aguilar-Palomino *et al*., 1996b), la variación temporal de la abundancia (Godínez-Domínguez *et al*., 2001) y su importancia en las asociaciones de peces demersales (Mariscal-Romero, *et al*., 1998; Mariscal-Romero, 2002). Estos estudios han encontrado que *P. margaritatus* es una de las dos especies más abundantes en los fondos blandos, donde frecuentemente es recolectada en la pesquería de arrastre del camarón. En general se conoce muy poco acerca de la biología de esta especie y de otros representantes del género. En un trabajo con una especie cercana, DeMartini (1990) analizó la variación anual de la fecundidad de *P. notatus*, y reconoció que esta especie es un miembro abundante en las comunidades de peces de fondos blandos de California, en Estados Unidos. Si bien *P. margaritatus* no tiene relevancia económica, es importante realizar este tipo de estudios, ya que a pesar de su gran abundancia en el ambiente demersal en esta región, no se conocen muchos aspectos de su biología.

Este trabajo tiene como objetivo conocer la talla promedio por sexo, la proporción sexual, el periodo de reproducción, algunas características macroscópicas de las gónadas y la fecundidad de *P. margaritatus* en la región costera de Jalisco y Colima.

Métodos y materiales

La zona de estudio incluye la franja de la plataforma continental que se ubica entre las isobatas de 20 a 80 m, desde Punta Farallón en donde descarga su cauce el río Cuitzmala, estado de Jalisco (19°21' N, 105°01' O) hasta Cuyutlán, Colima (18°55' N, 104°07' O).

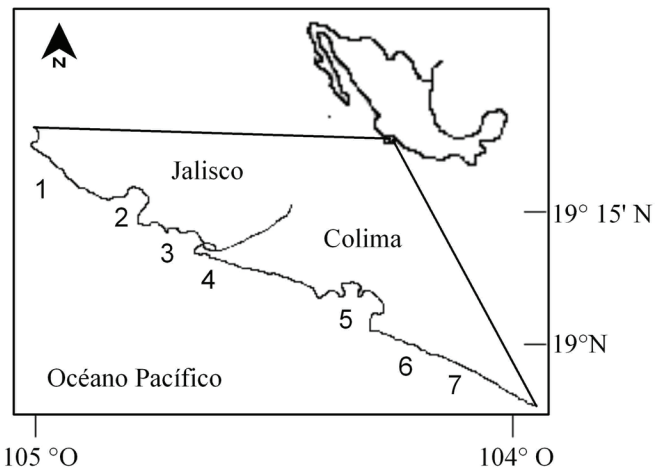
* CUCSUR, DEDZC, Universidad de Guadalajara V. Gómez-Farias 82, San Patricio-Melaque, Jal. C.P. 48980. Correos electrónicos. sruizram@costera.melaque.udg.mx, lucanorg@costera.melaque.udg.mx

La línea costera es irregular y presenta tres bahías importantes: Bahía de Tenacatita, Bahía de Navidad y el grupo de bahías Manzanillo-Santiago, el resto de la línea costera está formada por playas relativamente extensas y poco protegidas, en donde se localizan las playas Cuitzmala, El Coco, Tepalcates y Cuyutlán (Fig. 1). González-Sansón *et al*. (1997) describen la zona de estudio. Los organismos se obtuvieron mensualmente de enero a diciembre (a excepción de febrero y septiembre) de 1996 mediante 100 arrastres nocturnos a bordo del Barco de Investigación Pesquera V (BIP V) del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara. Los arrastres se realizaron con redes camaroneras tipo semiportuguesa, con una abertura de trabajo en la boca de 6.9 m, altura de relinga de 1.15 m y tamaño de malla de 38 mm en el copo. La duración promedio de cada uno fue de 0.5 h, a una velocidad media de 2 nudos. El material obtenido con cada red se vació a costales y se conservó en hielo en espera de su procesamiento en el laboratorio. Los individuos de *P. margaritatus* se separaron del resto de la fauna y se identificaron taxonómicamente con la descripción de Allen y Robertson (1994) y Fischer *et al*. (1995). Se les determinó: longitud total (L_{tot}) con precisión de 0.1 cm y peso total (P) con precisión de 0.1 g. La prueba *t-Student* se utilizó para comparar las tallas promedio de hembras y machos (Zar, 1996). Se disectaron 838 especímenes, se registró el sexo y se extrajeron las gónadas, de las cuales se obtuvo el peso (Pg) con una balanza electrónica con precisión de 0.01 g. Se calculó el índice gonadosomático (IGS) mediante la expresión: $IGS = [Pg \cdot P^{1}] \cdot 100$ (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; Lucano-Ramírez, 1998). El grado de desarrollo de las gónadas se determinó con base en la escala morfocromática macroscópica descrita por Nikolsky (1963).

La proporción sexual se analizó en tres tipos de datos: en el total de hembras y machos; en los individuos capturados cada mes, y por clase de talla (con amplitud de 1.0 cm). Las posibles diferencias se probaron mediante la prueba X^2 (Zar, 1996).

Se obtuvo la fecundidad total (Fec) de los ovarios en fresco y se contabilizó de manera directa el número de ovocitos en cada uno. Se emplearon los modelos de regresión lineal simple y potencial para explicar la fecundidad utilizando las variables L_{tot}, P y Pg. También se calculó la fecundidad relativa al peso corporal (DeMartini, 1990). Se describieron algunas características macroscópicas como el tamaño relativo, la forma, el color y en su caso, la presencia de ovocitos de ovarios y testículos en estadios inmaduros y maduros de *P. margaritatus*.

Figura 1
Área de estudio. Costa sur de Jalisco y norte de Colima, México



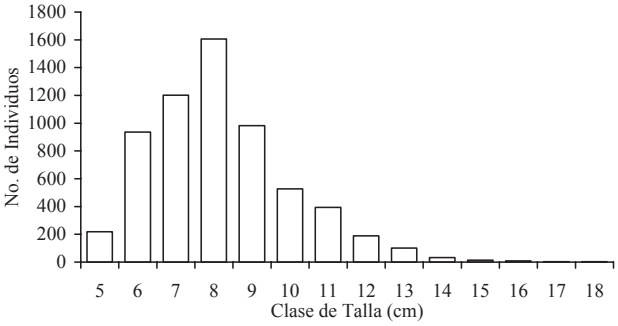
1. Playa de Cuitzmala, 2. Bahía de Tenacatita, 3. Bahía de Navidad, 4. Playa el Coco, 5. Bahías de Manzanillo-Santiago, 6. Playa de Tepalcates, y 7. Playa de Cuyutlán.

Resultados

Tallas

Durante todo el estudio se midieron 6 267 individuos de *P. margaritatus,* de los cuales las tallas mínima, máxima y promedio fueron de 3.5, 18.8 y 8.6 cm, respectivamente. En la *figura 2*, se presenta la distribución de tallas de la muestra total, que se aproxima a una normal, aunque con un sesgo positivo debido a la presencia de algunos individuos de tallas grandes; sin embargo la mayoría de los individuos se concentró entre las clases de 6.0 a 11.0 centímetros.

Figura 2
Distribución de la longitud de *P. margaritatus* en la muestra total en la costa de Jalisco y Colima, México (N= 6 267)



En la *figura 3* se muestran las distribuciones de tallas de hembras y machos; y se aprecia que los machos abarcan todo el espectro de tallas, mientras que las hembras están presentes en las clases de 6.0 a 12.0 cm. En la distribución mensual de la talla promedio de los dos sexos que se muestra en la *figura 4*, los machos registraron mayor longitud promedio que las hembras en la mayoría de los meses. También se encontró que la talla promedio de las hembras (8.5 cm) fue estadísticamente menor (t=15,1; p<0.05) que la de los machos (10.4 cm), lo que indica que éstos alcanzan mayor tamaño.

Figura 3
Distribución de frecuencias de la longitud de hembras (H) y machos (M) de *P. margaritatus* en la costa de Jalisco y Colima (N= 839)

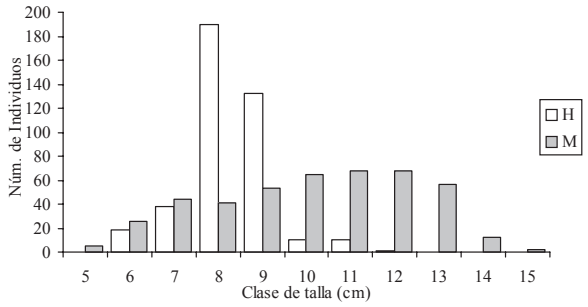
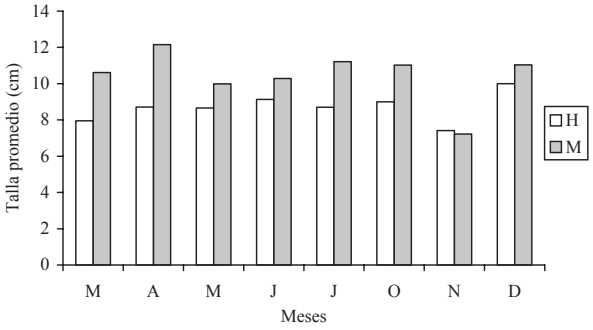


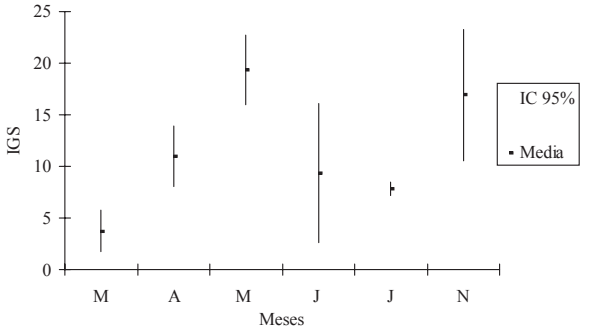
Figura 4
Distribución mensual de la longitud promedio de hembras (H) y machos (M) de *P. margaritatus* en Jalisco y Colima (N= 839)



Desarrollo gonadal

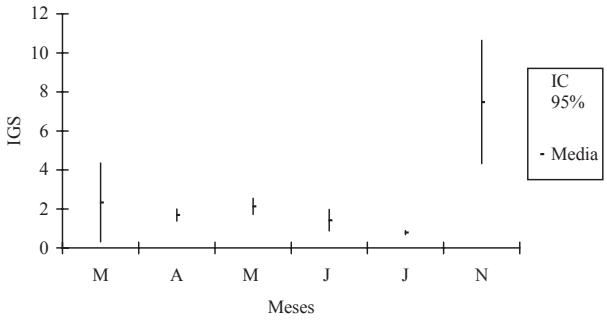
La talla menor en la que se pudo distinguir el sexo en las hembras fue de 6.3 cm y en machos de 5.3 cm. En la *figura 5* los valores promedio mensuales más altos del IGS en hembras se registraron en los meses de abril a mayo y en noviembre. En la *figura 6*, a su vez, se observa que en los machos el valor más alto de este índice se presentó en noviembre.

Figura 5
Distribución mensual del índice gonadosomático (IGS) de hembras de *P. margaritatus* de Jalisco y Colima



IC= Intervalo de confianza al 95%. Tamaño de muestra por mes: M = 17, A = 23, M = 14, J = 16, J = 14, N = 45.

Figura 6
Distribución mensual del índice gonadosomático (IGS) de machos de *P. margaritatus* de Jalisco y Colima

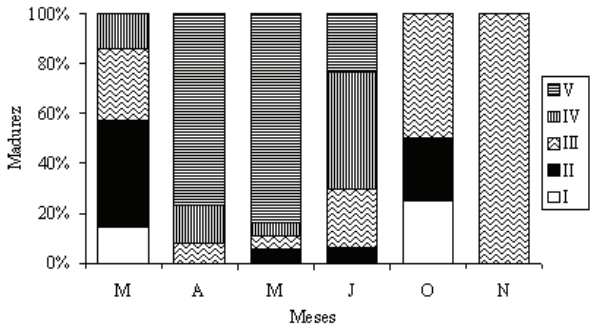


IC = Intervalo de confianza a 95%. Tamaño de muestra por mes: M = 41, A = 68, M = 13, J = 36, J = 31, N= 15.

La distribución mensual del porcentaje de madurez gonádica de hembras con gónadas con nula o baja actividad reproductiva (etapas I o II) se observó en diferentes meses (marzo a junio y octubre); por su parte, las hembras con gónadas con actividad reproductiva intermedia (estadio III) se registraron en todos los meses; mientras que las hembras con gónadas con evidente actividad reproductiva (estadios IV y V), de marzo a junio (Fig. 7).

La distribución mensual del porcentaje de madurez gonádica de machos con gónadas con nula o baja actividad reproductiva (etapas I o II) se observó en la mayoría de los meses (exceptuando noviembre); los machos con gónadas con actividad reproductiva

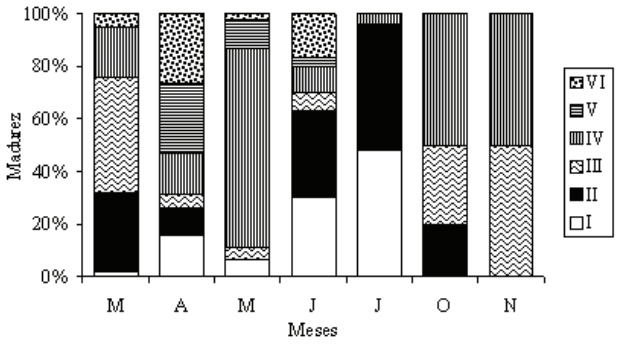
Figura 7
Distribución mensual del porcentaje de las etapas de madurez gonádica en hembras de *P. margaritatus*



I-V, indican los estadios de madurez del ovario de acuerdo con la escala de Nikolsky (1963). Tamaño de muestra: M = 25, A = 23, M = 31, J = 38, O = 21, N = 19.

intermedia (estadio III) se registraron en casi todo el periodo de estudio (con excepción de julio); mientras que aquellos con gónadas en evidente actividad reproductiva (estadios IV y V) se presentaron en los meses de marzo a junio, octubre y noviembre; y con gónadas que liberaron los espermatozoides de marzo a junio (Fig. 8).

Figura 8
Distribución mensual del porcentaje de las etapas de madurez gonádica en machos de *P. margaritatus*



I-VI, indican los estadios de madurez del testículo de acuerdo con la escala de Nikolsky (1963). Tamaño de muestra: M = 29,A= 37, M = 31, J = 39, J = 27, J = 24, N = 20.

Proporción sexual

La proporción de sexos fue de 0.9:1.1, hembras por macho en la muestra total (N= 839) y no presentó diferencia significativa (X^2 = 1.907, p> 0.10). Sin embargo, esta situación no fue la misma al analizar esta proporción en los diferentes meses de muestreo (Tabla 1), pues en ellos la proporción de sexos no fue diferente en los meses de junio y noviembre; en mayo, el número de hembras fue estadísticamente mayor que el de machos, mientras que en el resto de los meses (marzo, abril, julio, octubre y diciembre) la cantidad de machos fue estadísticamente mayor a la de hembras. Una situación similar a la anterior ocurrió al analizar la proporción de sexos por clase de talla (amplitud de 1cm; Tabla 2): en las primeras tres clases de talla y en la última (clases 5, 6, 7 y 15 cm, respectivamente) la proporción sexual no fue diferente y, en dos clases de talla (clases 8 y 9 cm), el número de hembras fue estadísticamente mayor al de machos; si bien en las seis clases siguientes, la proporción de machos fue mayor.

Características de ovarios y testículos

P. margaritatus presentó ovarios y testículos bilobulados. Los ovarios inmaduros en estadio II (Fig. 9a) fueron pequeños, delgados (comparativamente más delgados que los testículos en similar estadio de desarrollo), de aspecto sacular y fusiforme; su coloración fue blanquecina y desde esta etapa de desarrollo se pudieron distinguir los ovocitos a simple vista (ya que el diámetro aproximado era de 1 mm y fueron más evidentes en ovarios frescos). Los testículos inmaduros (Fig. 9b) fueron pequeños, de forma ligeramente ovalada, de consistencia firme al tacto y su coloración blanquecina. Los ovarios maduros (Fig. 9c) fueron relativamente grandes (2.5 cm de largo) respecto a la longitud promedio de una hembra (8.5 cm), tuvieron forma oval, la túnica ovárica fue delgada, traslúcida y de coloración amarillenta; se pudieron distinguir claramente dos clases de ovocitos por su tamaño, los mas pequeños midieron aproximadamente 1 mm de diámetro y los más grandes alcanzaron un diámetro de 3-4 mm. Los testículos maduros (Fig. 9d) fueron grandes (2.0 cm de largo) en comparación con la longitud promedio de un macho (10.4 cm), de forma oval, de consistencia firme al tacto y de coloración blanquecina.

Fecundidad

La fecundidad de 39 hembras que midieron entre 6.4 y 9.0 cm de longitud, varió entre 20 y 44 ovocitos, aunque 55% de las hembras presentó entre 25 y 35. El número de ovocitos más bajo (20) lo mostró una hembra que pesó 4.8 g y midió 7.7 cm de longitud; mientras que el número mayor (44) ocurrió en una hembra que pesó 3.6 g y midió 7.1 cm. El número de ovocitos y el peso del ovario se analizaron mediante los modelos de regresión potencial ($Fec = 34.05 \cdot Pg^{0.215}$, r^2= 0.47) y li-

Tabla 1
Proporción sexual por mes de *P. margaritatus* en la costa de Jalisco y Colima, México

Mes	*Hembras*	*Machos*	*X^2 calculada*	*Difiere de la proporción 1:1*	*p*
Marzo	25	43	4.2	Si	>0.05
Abril	124	667	371.4	Si	>0.05
Mayo	85	49	9.1	Si	>0.05
Junio	126	116	0.4	No	<0.05
Julio	14	31	5.6	Si	>0.05
Octubre	21	39	4.9	Si	>0.05
Noviembre	51	58	0.3	No	<0.05
Diciembre	1	24	19.4	Si	>0.05

Tabla 2
Proporción sexual por clase de talla (1.0 cm) de *P. margaritatus* en Jalisco y Colima

Clase (cm)	*Hembras*	*Machos*	*Valor de X^2 calculado*	*Difiere de la proporción 1:1*	*p*
5-5.9	0	5	3.2	No	<0.05
6-6.9	18	26	1.1	No	<0.05
7-7.9	38	44	0.3	No	<0.05
8-8.9	190	41	94.8	Si	>0.05
9-9.9	132	53	32.9	Si	>0.05
10-10.9	10	65	38.9	Si	>0.05
11-11.9	10	68	41.7	Si	>0.05
12-12.9	0	68	66.0	Si	>0.05
13-13.9	0	56	54.0	Si	>0.05
14-14.9	0	12	12.0	Si	>0.05
15	0	2	0.5	No	<0.05

neal, este último arrojó un mejor ajuste que el primero (Fig. 10). Se puede apreciar cierta variación en la dispersión de los puntos en la gráfica. No se encontró relación entre la fecundidad y la longitud, y tampoco con el peso de la hembra (los datos no se muestran). La fecundidad promedio relativa al peso total fue de 31.6 ovocitos por 4.73 g; y la fecundidad promedio relativa al peso del ovario fue de 31.6 por 0.77 gramos.

Discusión

Tallas

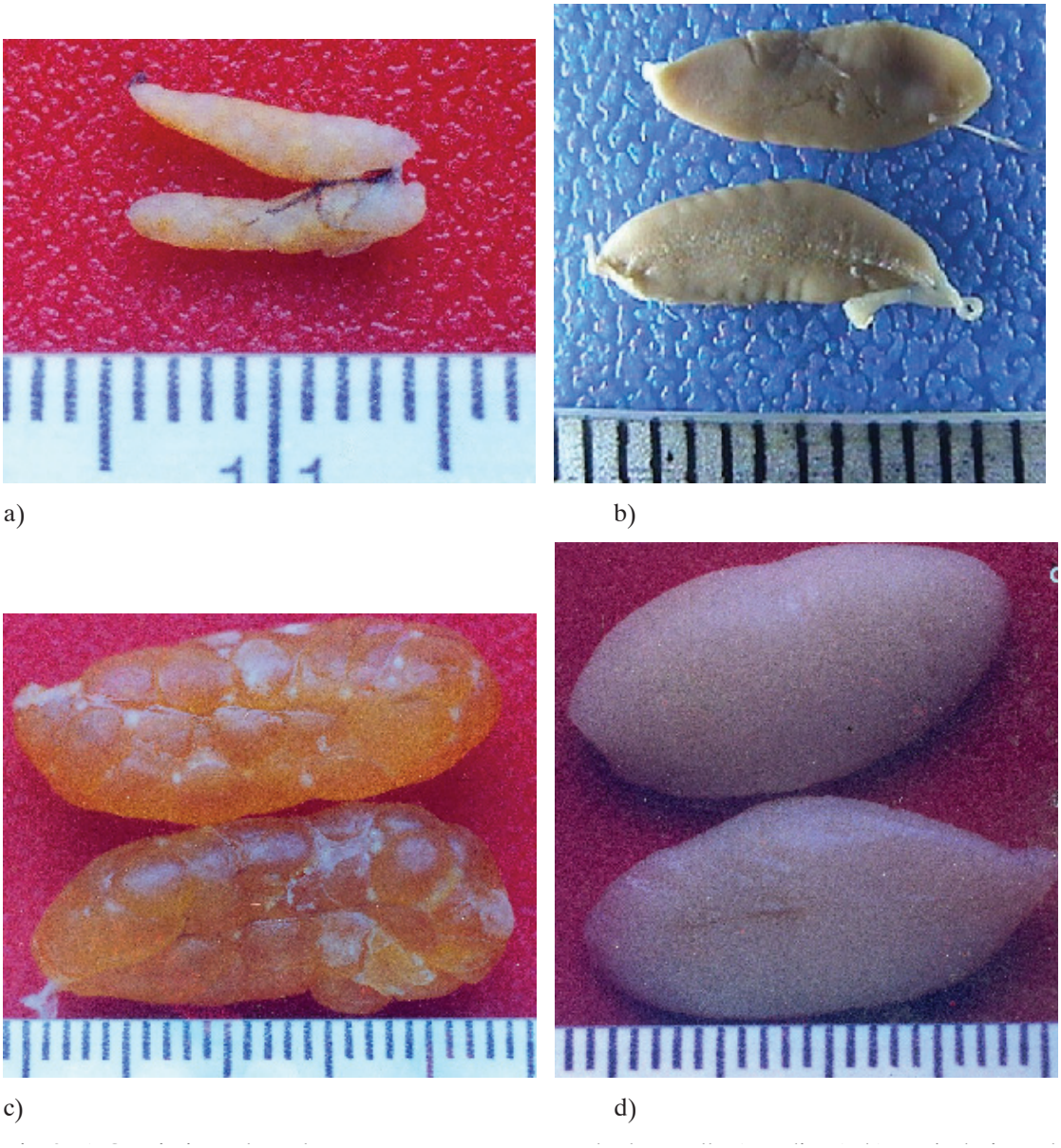
El amplio intervalo de longitud (5.0 a 18.8 cm) de los especímenes capturados de *P. margaritatus* sugiere que se tuvo acceso a gran parte de la estructura poblacional de esta especie; como era de esperar, en el extremo superior de la distribución, el número de individuos fue bajo; no se recolectaron organismos menores a 5.0 cm, por el método de muestreo, ya que estas especies adhieren sus huevos a algún tipo de sustrato (Allen y Robertson, 1994; DeMartini, 1990), por lo cual los alevines después de la eclosión permanecerían en resguardo hasta alcanzar mayor talla.

Los machos de *P. margaritatus* alcanzaron mayor longitud que las hembras, lo que parece estar relacionado con procesos de competencia entre machos por la atracción a hembras a sitios potenciales para construir el nido (Walsh *et al*., 1995).

Proporción sexual

En *P. margaritatus* la proporción de sexos para toda la muestra fue de 0.9:1.1 hembras por macho, muy cercana al equilibrio. A su vez, sólo en las tres primeras clases de talla, la proporción de sexos no fue diferente, lo cual se explica de la siguiente manera: como podría esperarse, en general la proporción sexual primaria es cercana a la igualdad, en este estudio el equilibrio se mantuvo en las tres primeras clases de talla; en las seis últimas clases la proporción de sexos favoreció a los machos (y en las cuatro últimas sólo aparecieron individuos de este sexo), muy probablemente debido a que los machos presentaron mayor talla que las hembras. En otras especies también se ha encontrado que la proporción sexual varía con la longitud, y se explica por el hecho de que cada sexo presenta diferentes tasas de crecimiento (Duarte *et al*., 1997; Duarte *et al*., 2001). La proporción de sexos mensualmente fue diferente; la variabilidad puede ser atribuida a diferencias en la composición de las poblaciones locales, o bien puede ser efecto de las técnicas de muestreo, de la mortalidad diferencial entre los sexos o de la

Figura 9



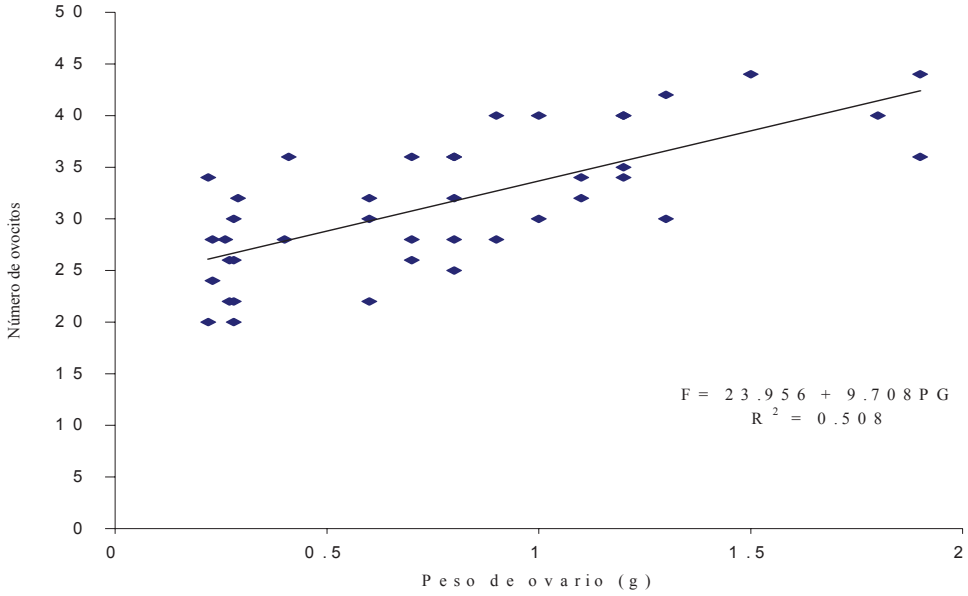
a) Ovario inmaduro de *P. margaritatus* en etapa de desarrollo (estadio II); b) testículo inmaduro (estadio II); c) ovario maduro (estadio V) y d) testículo maduro (estadio V).

segregación sexual o reproductiva (Nikolsky, 1963; Santamaría-Miranda, 1998; Duarte *et al*., 2001).

Fecundidad

La fecundidad de *P. margaritatus* osciló entre 20 y 44 huevos por hembra. Para esta especie, al parecer, no hay información publicada. En otra especie de género *Porichthys* (*P. notatus*), DeMartini (1990) encontró que la fecundidad promedio varió entre 99 y 129 huevos, mientras que Fitch y Lavenberg (1971) registraron en *P. notatus* una fecundidad promedio de 200 huevos. La diferencia en fecundidad entre *P. margaritatus* y *P. notatus*, además de que son especies distintas, puede atribuirse a la talla promedio de las hembras que se utilizaron en cada estudio (7.5 cm de longitud total en *P. margaritatus*, en este estudio y 11.2 cm de longitud estándar en *P. notatus* según DeMartini (1990)). *P. margaritatus* presenta baja fecundidad y huevos grandes (entre 3 y 4 mm), características también registradas en otros miembros del grupo batracoides como *P.*

Figura 10
Relación entre el peso del ovario (PG) y número de ovocitos (F) en *P. margaritatus*.
Los puntos se refieren a valores individuales (N= 39)



porosisimus (Lane, 1967) y *Batrachoides* spp. (Collette y Russo, 1981).

En *P. margaritatus* se encontró una relación lineal positiva entre la fecundidad y el peso de la gónada. Sin embargo, no se observó relación entre la fecundidad y la talla o el peso de la hembra. En contraste, DeMartini (1990) encontró que la fecundidad está positivamente relacionada con el peso y la longitud del cuerpo; investigaciones en otras especies (*P. porosissimus y Batrachoides* spp.), desarrolladas por Lane (1967) y Collette y Russo (1981) coinciden con sus resultados. Cabe la posibilidad de que los resultados de este estudio se deban al tamaño de muestra, a una amplia variación en la fecundidad en la población de *P. margaritatus* o a errores en el muestreo. Para ampliar los estudios sobre la fecundidad en peces, DeMartini (1990) recomienda centrar la atención en la variación interanual en la fecundidad en estudios en el mediano y largo plazos, así como considerar la variación temporal en el tamaño de la hembra y su condición somática.

Características de los ovocitos

En los ovarios maduros de *P. margaritatus* se encontraron dos clases de ovocitos, fácilmente identificables por su tamaño y coloración. Es probable que en esta especie y en otros miembros de la familia Batrachoididae, los ovocitos de mayor tamaño correspondan a los que se liberan en la actual temporada reproductiva y los más pequeños a los que serán desovados en la siguiente o incluso podrían ser reabsorbidos (DeMartini, 1990), lo que sugiere que *P. margaritatus* presenta fecundidad determinada[1] y el desarrollo de los ovocitos es del tipo sincrónico por grupos.

Al realizar los conteos de los ovocitos en los ovarios frescos se advirtió la presencia de una sustancia adherente (un tipo de adhesivo o cemento) que los envolvía. Este hecho es consistente con lo que se conoce de otros miembros de la familia Batrachoididae: que adhieren sus huevos a rocas u otros objetos (Allen y Robertson, 1994; DeMartini, 1990).

La distribución temporal del IGS y las etapas de maduración gonádica sugieren que *P. margaritatus* presenta dos periodos de mayor reproducción, uno que va de marzo a julio y otro alrededor de noviembre. Muchas especies marinas tropicales presentan un

1. La fecundidad determinada se presenta en los organismos en los que el número de ovocitos que inician el desarrollo es el mismo o muy cercano al que va ser liberado en una temporada reproductiva; generalmente el siguiente desove ocurre en el periodo reproductivo subsecuente, por lo que la fecundidad anual es fácil de calcular. En las especies con fecundidad indeterminada el número de huevos liberados en una temporada reproductiva depende de la cantidad de huevos depositados en los desoves parciales y del número de estos eventos que se produzcan en cada temporada reproductiva.

pico de desove colectivo en primavera y un segundo pico en el otoño (Munro et al., 1973; Johannes, 1978; Walsh, 1987; Dee y Parrish, 1994).

Conclusiones

a) La longitud total promedio de *P. margaritatus* fue de 8.6 cm.
b) La longitud promedio de la hembras de *P. margaritatus* fue menor a la de los machos.
c) La proporción sexual fue 0.9:1.1 hembras por machos.
d) Los ovarios maduros contienen dos clases de ovocitos que fueron fáciles de identificar por su color y tamaño.
e) El número de ovocitos por hembra varió entre 20 y 40.
f) *P. margaritatus* tiene dos periodos de mayor reproducción, uno de marzo a julio y otro alrededor de noviembre.

Agradecimientos

Los autores agradecen al grupo de tortugas marinas por la colecta y separación de organismos, a los participantes y colegas del grupo Demersales así como al Dr. Gaspar González-Sansón por la revisión al manuscrito.

Referencias bibliográficas

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996a. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 22:469-481.

Aguilar-Palomino, B., G. Lucano-Ramírez, S. Ruiz-Ramírez, y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996b. *Composición por talla, proporción sexual y madurez gonádica de* Porichthys margaritatus *(Richardson 1844), (Batrachoididae:Batrachoidiformes) de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. x Congreso Nacional de Oceanografía, Manzanillo, Colima. 1996, 55p.

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez. 2001. Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Rev. Biol. Trop*., 49(1):173-190.

Allen, G.R. y D.R. Roberton. 1994. *Fishes of the tropical eastern Pacific.* University of Hawaii Press, EUA. 332 p.

Collette B.B. y J.L. Russo. 1981. A revision of the scaly toadfishes, genus *Batrachoides*, with descriptions of two new species from the eastern Pacific. *Bull. Mar. Sci*., 31:197-233.

Dee, A.J. y J.D. Parrish. 1994. Reproductive and trophic ecology of the soldierfish *Myripristis amaena* in the tropical fisheries. *Fish. Bull*., 92:516-530.

DeMartini, E.E. 1990. Annual variations in fecundity, egg size and condition of the plainfin midshipman (*Porichthys notatus*). *copeia,* 3:850-855.

Duarte, R., M. Azevedo y P. Pereda. 1997. Study of the growth of southern black and white monkfish stocks. ices, *J. Mar. Sci*., 54:866-874.

Duarte, R., M. Azevedo, J. Landa y P. Pereda. 2001. Reproduction of anglerfish (*Lophius budegassa* Spinola and *Lophius piscatorius* Linnaeus) from the Atlantic Iberian Coast. *Fish. Res*., 51:349-361.

Fischer, W., F. Krupp, F.W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. fao, Roma. 2:647-1195.

Fitch, J.E. y R.L. Lavenberg. 1971. *Marine food and game fishes of California*. University of California Press, California, 179p.

Godínez-Domínguez, E., B. Aguilar-Palomino y G. González-Sansón. 2001. Abundance variation of *Porichthys margaritatus* (Pisces: Batrachoididae) throughout thermic and bathymetric gradients in the central Mexican Pacific. *Rev. Biol. Trop*., 49(2):643-646.

González-Sansón, G., B. Aguilar-Palomino, J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, E. Godínez-Domínguez, V. Landa-Jaime, J. Mariscal-Romero, J.E. Michel-Morfín y M. Saucedo-Lozano. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (primavera, 1995). *Ciencias Marinas*, 23:93-110.

Johannes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environ. Biol. Fishes*, 3:65-84.

Lane, E.D. 1967. A study of the Atlantic midshipman, *Porichthys porossisimus*, in the vicinity of Port Aransas, Texas. *Contrib. Mar. Sci.*, 12:1-53.

Lucano-Ramírez, G. 1998. *Ciclo reproductivo de* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en la costa sur de Jalisco*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, unam, México, 83 p.

Mariscal-Romero, J. 2002. Variabilidad espacio temporal de la estructura de las asociaciones de peces demersales de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. del Centro de Invest. Biol*., 36(1):26-56.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-Palomino, G. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo Huizar, S. Ruiz-Ramírez y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1998. Asociaciones de peces de la plataforma continental de Colima y Jalisco, México. Primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 24(1):35-54.

Munro, J.L., V.C. Gaut, R. Thompson y P.H. Reeson. 1973. The spawning seasons of Caribbean reef fishes. *J. Fish Biol*., 5:69-84.

Nikolsky, G. 1963. *The ecology of fishes.* Academic Press. Nueva York, 352p.

Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativas de la madurez gonádica en peces. agt, México, 79p.

Santamaría-Miranda, A. 1998. *Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango,* Lutjanus peru*, (Nichols y Murphy, 1922) Pisces: Lutjanidae en Guerrero, México*. Tesis de Maestría, cicimar, ipn, México. 64 p.

Walsh, W.J. 1987. Patterns of recruitment and spawning in Hawaiian reef fishes. Environ. *Biol. Fishes*, 18:257-276.

Walsh, P.J., T.P. Mommsen y A.H. Bass. 1995. Biochemical and molecular aspects of singing in Batrachoidid fishes. En: P.W. Hochachka y T.P. Mommsen (eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*. Metabolic and Adaptational Biochemistry. Elsevier, Nueva York. p. 279-289.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3a. ed. Prentice Hall, Nueva Jersey. 662p.

Características reproductivas de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae), recolectados con dos artes de pesca en la costa sur de Jalisco, México

Gabriela Lucano Ramírez [*]
Salvador Ruiz Ramírez[*]

Resumen

Las tallas y las características macro y microscópicas de las gónadas de organismos de *Lutjanus peru*, capturados con línea de mano y cuatro redes agalleras de diferente luz de malla, se analizaron con objeto de describir las características reproductivas de dichos organismos. La talla promedio de los organismos capturados con línea de mano fue de 25.4±7.4 cm y de 31.0±5.8 cm con las redes agalleras; medidas significativamente diferentes ($p<0.001$). La proporción sexual en la captura (1:1.1 con línea de mano y 1:1.37 con redes agalleras) fue similar a la esperada (1:1). La talla de la hembra madura más pequeña fue de 30.3 cm y la del macho de 28.6 cm, mientras que el valor de L_{50} fue de 36.9 cm y de 35.5 cm, respectivamente, lo cual indica que la mayoría de los huachinangos era inmaduros. Se describieron las características microscópicas de las gónadas en cada estadio de desarrollo gonádico, así como las tallas de los organismos en cada estadio. Las hembras maduras más pequeñas presentaron ovocitos en vitelogénesis secundaria, mientras que en los machos maduros había espermatozoides en el conducto seminal. Los resultados muestran que las redes agalleras mayores de 3.5 pulgadas de tamaño de malla capturan organismos que ya desovaron, por tanto, se recomienda su uso en la explotación del huachinango.

Palabras clave: Reproducción, *Lutjanus peru*, redes agalleras, línea de mano, Bahía de Navidad

Introducción

La reproducción es el proceso biológico mediante el cual las especies perduran en el tiempo; sin embargo, los organismos deben alcanzar una edad y una talla adecuadas para llevarla a cabo. Para determinar el estado de madurez del aparato reproductor es necesario realizar observaciones a escalas macroscópica y microscópica. Una vez definido el grado de madurez de la gónada, se puede relacionar con la talla del organismo, lo que permite establecer la talla óptima de captura para que la explotación de la especie sea racional.

En la costa sur de Jalisco, durante todo el año, los pescadores capturan las distintas especies que son utilizadas para el consumo humano. En la extracción utilizan redes agalleras con diferente luz de malla, cimbras, palangres, atarrayas y líneas de mano. Los individuos extraídos del género *Lutjanus* llegan a alcanzar tallas superiores a los 100 cm de longitud total y 40 kg de peso (Castro, 1978; Grimes, 1987). *L. peru,* al igual que otros pargos que se capturan en el Pacífico Central mexicano, es importante en las pesquerías de tipo artesanal (Cruz-Romero *et al.,* 1996) porque debido a su textura y al buen sabor de su carne se cotiza bien en el mercado (Pacheco y Rodríguez, 1999).

El objetivo del presente trabajo es describir las características reproductivas de los organismos de *L. peru* capturados con redes agalleras y línea de mano, tales como la talla promedio de captura, la talla de madurez sexual y las características macroscópicas y microscópicas de las gónadas, para establecer cual arte es más adecuado para su pesca.

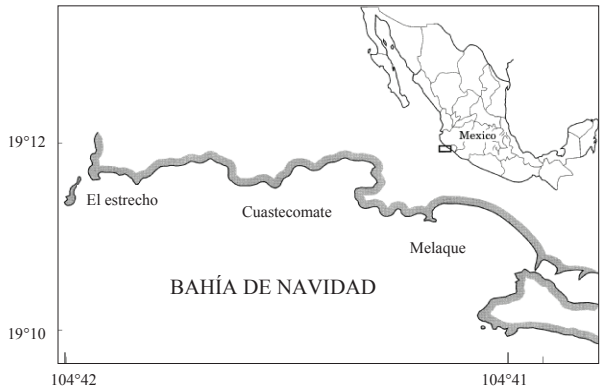
Métodos y materiales

El área de estudio está localizada en Bahía de Navidad (Jalisco) en la costa del Pacífico Central mexicano (de 19°10'30" a 19°12'50" N y de 104°42'45" a

* DEDSZC, CUCSUR, UdeG, V. Gómez Farías 82, San Patricio-Melaque, Jalisco, CP 48980. Correo electrónico: lucanorg@costera.melaque.udg.mx, sruizram@costera.melaque.udg.mx

104°41'30" O) (Fig. 1), con 15 km aproximadamente de línea de costa. La textura del sustrato es variable, ya que hay áreas rocosas, de fondos blandos y de fondos blandos con pequeñas piedras (Godínez-Domínguez *et al*., 2000; Rojo-Vázquez *et al.,* 2001).

Figura 1
Área de estudio de Bahía de Navidad, Jalisco, México



La colecta de organismos se realizó con dos tipos de artes de pesca: redes agalleras de 100 m de longitud, con cuatro diferentes tamaños de malla (3, 3.5, 4 y 4.5 pulgadas); las redes se colocaron a media agua y las maniobras fueron realizadas por los pescadores locales durante cinco noches de cada mes. El periodo de muestreo fue de abril de 1999 a diciembre de 2000. El segundo arte, denominado línea de mano, estuvo formado por un hilo del número 50 y un anzuelo número 8, y fue utilizado por los pescadores durante el transcurso de la mañana en jornadas de aproximadamente seis horas, de noviembre 2000 a septiembre 2003, dos días de cada mes.

La captura obtenida con ambos métodos se trasladó en hielo a la zona de desembarque, en donde se midió la longitud total (L_{tot}) en centímetros y el peso total (P), en gramos, de cada organismo de *L. peru* y se le extrajeron las gónadas *in situ*, se etiquetaron y trasladaron al laboratorio para pesarlas (Pg) y se clasificaron de acuerdo con la escala de madurez de Nikolsky (1963), quien describió seis estadios: inmaduro o indeterminado (I), en desarrollo (II), en maduración (III), maduro (IV), en reproducción (V) y desovado (VI). Las gónadas se preservaron en formol neutro antes de efectuar los procedimientos histológicos estándar.

Las muestras se tiñeron con hematoxilina-eosina (Estrada-Flores *et al*., 1982). El grado de madurez de las células reproductivas se estableció por observaciones bajo un microscopio; los ovocitos se clasificaron de acuerdo con la propuesta incluida en los trabajos de Yamamoto y Yamazaki (1961) y Lucano-Ramírez *et al.* (2001a). El desarrollo del testículo se estableció según los trabajos de Hyder (1969), Gupta (1975) y Lucano-Ramírez (1998).

Las tallas de los peces capturados con las redes agalleras y con la línea de mano se examinaron con un análisis de varianza (ANDEVA) paramétrico y la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar cuales diferían estadísticamente. Los análisis se realizaron con el programa Statgraphics v. 7.0. La proporción sexual de los peces capturados con los dos artes de pesca se comparó con la proporción esperada (1:1), con la prueba de *ji* cuadrada (X^2) (Zar, 1984).

La relación entre la talla y el estadio de madurez se utilizó para determinar la longitud en la que 50 % de la población presentó gónadas en maduración (L_{50}), o estadio III. La talla L_{50} se estimó con el modelo logístico de Echeverria (1987):

Ec. 1 $$P_{Ltot} = 1 \cdot (1 + e^{aLtot+b})^{-1}$$

donde P_{Ltot} es igual a la proporción de organismos maduros en una talla determinada (L_{tot}), *a* y *b* son constantes de la función de regresión.

Resultados

Análisis de tallas

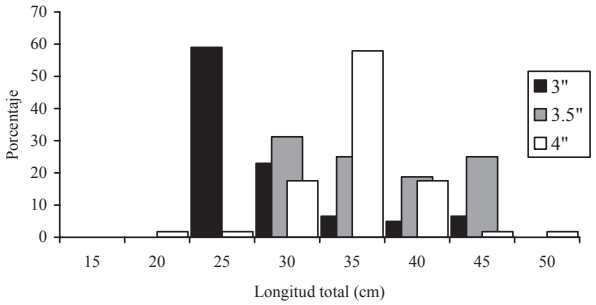
La talla media de los organismos capturados con redes agalleras fue de 31.1±5.8 cm, mientras que las tallas mínimas y máxima fueron 22.4 cm y 47.7 cm, respectivamente. Con la red de tres pulgadas se pescó un mayor número de organismos (91) y se observó la talla promedio más pequeña (26.6±1.9 cm); en la de 3.5 y 4 pulgadas se obtuvieron los más grandes y en la de 4.5 pulgadas estuvieron ausentes (Tabla 1). La longitud promedio de los organismos colectados con línea de mano fue de 25.4±7.4 cm, y aunque la variedad de tallas fue más grande (16.1-79.0 cm), la mayoría de los individuos capturados fueron más pequeños que los obtenidos con las redes (Tabla 1). El ANDEVA mostró una diferencia significativa ($F'_{(0.05,\ g.l.)} = 50.8$, $p<0.001$).

Las distribuciones de frecuencia de las longitudes de los peces obtenidos con cada una de las redes mostraron diferencias en la talla más abundante y en la forma (Fig. 2). De los individuos capturados con la red de tres pulgadas, 50% midió aproximadamente 25 cm, con la de 3.5 pulgadas, 30 cm y con la de 4", 32.5 cm; por otro lado, solamente la distribución de tallas de los organismos capturados con esta última malla fue normal.

Tabla 1
Tallas promedio de los organismos obtenidos en cada una de los artes de pesca utilizados en la captura de huachinango

Malla (pulgadas)	*Número de organismos*	*Promedio (cm)*	*Intervalo (cm)*
Redes agalleras			
3	91	26.6±1.9	23.7-38.7
3.5	33	36.6±5.5	28.5-45.8
4	57	35.1±4.1	22.4-47.7
Línea de mano			
	1 218	25.4±7.4	16.1-79.0

Figura 2
Porcentaje de tallas de *L. peru* capturados con redes agalleras en bahía Navidad, Jalisco, México



La distribución de frecuencias de la talla de los organismos colectados con línea de mano fue de tipo normal con sesgo positivo, porque la mayoría de los individuos era pequeño. Del total de organismos muestreados con este arte de pesca, 50% fue menor a los 22.5 cm (Fig. 3). Por otra parte, el ANDEVA que se realizó entre las tallas de las hembras y los machos no mostró diferencias estadísticamente significativas ($F' = 0.577$, $p>0.05$ en redes agalleras; $F' = 0.745$, $p>0.05$ en línea de mano). Las tallas promedio se muestran en la *tabla 2*.

Tabla 2
Tallas obtenidas de hembras, machos y organismos indeterminados, capturados con redes agalleras y línea de mano

Longitud total	*Promedio (cm)*	*Intervalo (cm)*
Redes agalleras		
Hembras	36.2±4.4	28.6-47.7
Machos	35.2±5.8	25.2-45.8
Indeterminados	28.1±3.9	22.4-39.5
Línea de mano		
Hembras	26.7±7.8	16.9-71.7
Machos	26.2±8.2	16.1-79.0
Indeterminados	22.0±2.2	16.5-33.3

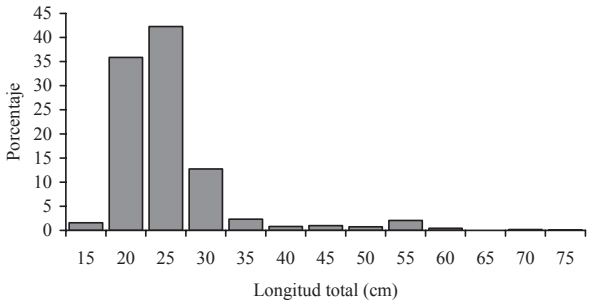
Relación entre la talla y las características reproductivas

Aproximadamente 60% de los organismos capturados con redes ($N_{total} = 181$) y 56% de los pescados con línea y anzuelo ($N_{total} = 1218$), fueron "indeterminados", porque no fue posible distinguir su sexo (Tabla 3). Por otro lado, la proporción de sexos entre el resto de los individuos no presentó diferencia significativa con respecto a lo esperado ($X_{redes}^2 = 0.28$; $p>0.05$; $X_{línea}^2 = 2.29$; $p>0.05$)

Tabla 3
Porcentaje de hembras y machos observados en cada uno de los estadios de madurez gonádica, para los dos artes de pesca

Estadio de madurez	*Hembras*	*Machos*	*Total*
Redes agalleras			
I. inmaduros	60.0	57.5	58.6
II. en desarrollo	6.7	15.0	11.4
III. en maduración	13.3	5.0	8.6
VI. desovado	20.0	22.5	21.4
Línea de mano			
I. inmaduros	45.6	65.9	56.2
II. en desarrollo	48.8	27.8	37.8
III. en maduración	1.6	1.7	1.7
IV. maduros	1.9	3.2	2.5
V. en reproducción	1.2	1.1	1.1
VI. desovado	0.9	0.4	0.7

Figura 3
Tallas de *L. peru* capturados con línea de mano en Bahía de Navidad, Jalisco, México



Los organismos colectados con redes se encontraban en cuatro estadios de madurez gonádica (Tabla 4): el mayor porcentaje de individuos correspondía al estadio I (58.6%) y las tallas promedio de las hembras y los machos fueron de 34.9 cm y 32.1 cm, respectivamente; el menor porcentaje de organismos (8.6%) se hallaba en el estadio III, y sus tallas promedio fueron de 35.5 cm para las hembras) y 39.4 cm para los machos (tablas 4).

Tabla 4
Promedios de longitud total (L_{tot}), peso total (P), peso de la gónada (Pg) y porcentaje de la gónada (%) respecto al peso del organismo, de hembras y machos, observados en cada uno de los estadios de madurez gonádica, para cada arte de pesca

Redes agalleras								
	Hembras				*Machos*			
Estadio	L_{tot} *(cm)*	*P (g)*	*Pg (g)*	*%*	L_{tot} *(cm)*	*P (g)*	*Pg (g)*	*%*
I	34.9±2.9	574.1±131.1	0.65	0.11	32.1±4.3	447.2±170.9	0.45	0.11
II	33.8±0.7	529.0±25.5	1.92	0.37	33.3±2.1	505.1±95.2	1.33	0.27
III	34.5±8.2	687.8±443.6	7.99	1.43	39.4±0.1	831.0±29.7	5.16	0.63
VI	41.3±2.5	979.5±204.7	5.60	0.57	43.4±2.4	344.8±344.8	2.89	0.37
Línea de mano								
	Hembras				*Machos*			
Estadio	L_{tot} *(cm)*	*P (g)*	*Pg (g)*	*%*	L_{tot} *(cm)*	*p (g)*	*Pg (g)*	*%*
I	23.2±2.9	174.8±69.0	0.18	0.07	22.8±2.7	178.3±113.7	0.09	0.06
II	27.4±4.7	290.6±194.7	0.41	0.09	29.2±4.9	358.7±213.7	0.56	0.10
III	39.1±11.4	1069±1092	34.16	1.26	35.0±8.3	660.8±517	15.50	0.43
IV	56.5±6.3	2386.0±642	60.67	2.43	55.1±3.3	2236.0±302	50.83	2.21
V	55.9±3.1	2384.0±280	78.02	3.30	56.5±1.5	2401.0±31.1	82.80	4.30
VI	56.8±9.9	2155.0±774.3	13.53	0.61	67.9±15.8	2864.0±565.7	9.39	0.36

Figura 4
Talla en la que el 50% de las hembras presentaron características de madurez sexual.
P_{Ltot} = proporción, L_{tot} = longitud total

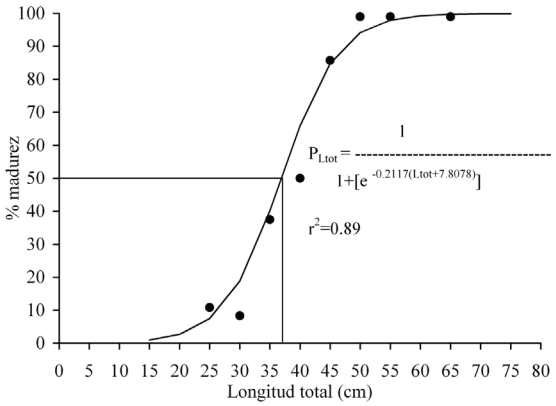
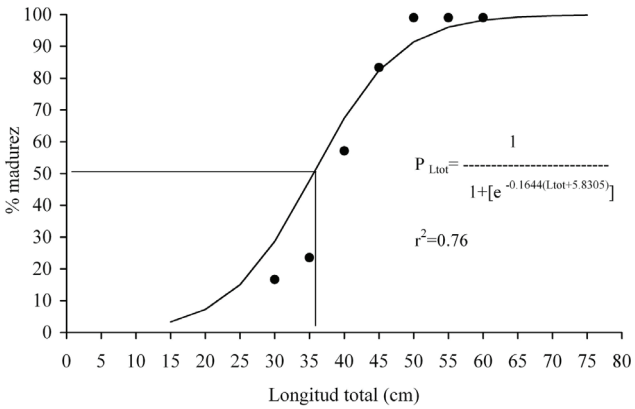


Figura 5
Talla en la que el 50% de los machos presentaron características de madurez sexual
P_{Ltot} = proporción, L_{tot} = longitud total



Los peces muestreados con línea de mano se catalogaron en seis estadios de madurez gonádica (Tabla 4). Los individuos inmaduros, correspondientes al estadio I, representaron el mayor porcentaje (56.2%), y sus tallas promedio fueron de 23.2 cm (hembras) y 22.8 cm (machos); el porcentaje de individuos en estadio VI fue el más pequeño (0.7%) y las tallas promedio fueron de 56.8 cm y 67.8 cm en hembras y machos, respectivamente (tablas 4 y 5).

Al considerar la totalidad de los peces analizados, la longitud de los individuos maduros más pequeños fue de 30.3 cm entre las hembras y de 28.6 cm entre los machos. La L_{50} en las hembras fue de 36.9 cm (Fig. 4), y en los machos de 35.5 cm. (Fig. 5).

Características macroscópicas y microscópicas de las gónadas

El crecimiento de los ovocitos fue de tipo asincrónico, puesto que se encontraron células en diferentes fases de desarrollo en una gónada (estadios del III al VI, principalmente). En la *tabla 5* y en la *figura 6* se describen las características de los ovocitos en cada etapa y la morfología de los ovarios.

En los machos el desarrollo de las células espermáticas se verifica dentro de cistos, que es una característica del desarrollo de tipo lobular. Los testículos son blancos, aunque varían en tamaño y grosor a lo largo de los diferentes estadios. En la *tabla 6* y en la

Tabla 5
Descripción de los estadios de maduración de los ovarios y ovocitos

Estadio	*Condición*	*N*	*Color*	*Pg (g) y proporción del peso corporal*	L_{tot} *(cm)*	*P (g)*	*Fases de desarrollo de las células sexuales*
I	Inmaduro	215	Rojizo	0.36 (0.08%)	24.2±4.4	208.3±134.2	Ovocitos inmaduros (cromatina nucleolo)
II	En desarrollo	213	Rojizo a naranja	0.46 (0.07%)	27.4±4.7	292.9±195.1	Ovocitos cromatina nucleolo, ovocitos en perinucleolo y ovocitos con vesículas vitelinas
III	En maduración	11	Naranja	36.71 (1.37%)	39.1±10.0	869.7±892.1	Desde ovocitos cromatina nucléolo hasta ovocitos en vitelogénesis secundaria
IV	Maduro	8	Naranja	60.67 (2.43%)	56.5+6.3	2386+642.0	Ovocitos en vitelogénesis secundaria
V	En reproducción	5	Naranja	78.02 (3.30%)	55.9±3.0	2384.0±280.0	Ovocitos vitelogénesis secundaria
VI	Desovado	10	Naranja	8.77 (0.59%)	47.5±10.0	1449.6±769.0	Tres primeras fases de desarrollo y algunos cuantos en vitelogénesis secundaria

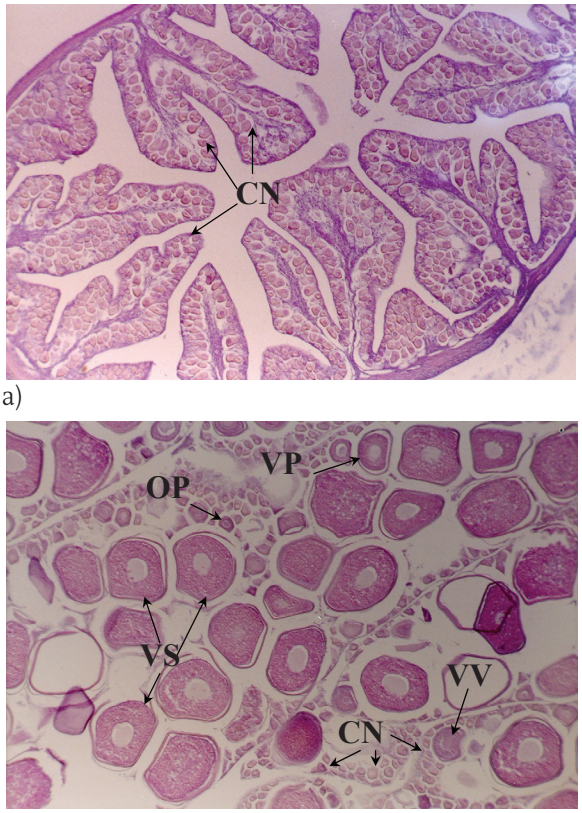
figura 7 se describen las características microscópicas observadas en los testículos y las tallas en las que se presentaron los diferentes estadios de madurez.

Discusión

La longitud total de 50% de los organismos capturados con línea y redes, era de alrededor de 22.5 cm y 27.5 cm, respectivamente. Los organismos de ese tamaño presentaron gónadas inmaduras, por lo cual es posible concluir que gran cantidad de los peces recolectados era juvenil. En este sentido, Saucedo-Lozano (2000) concluyó que los organismos capturados en las costas de Jalisco y Colima, menores de 30.3 cm, eran juveniles, porque su desarrollo gonadal era escaso. La mayoría de los huachinangos estudiados por Lucano-Ramírez (1998) en la costa sur de Jalisco presentó gónadas inmaduras. González-Ochoa (1997) encontró que cerca de 50% de los organismos muestreados en la costa sur de Jalisco pertenecía a tallas de entre 14 a 26 cm de longitud patrón (N = 411), correspondientes a organismos jóvenes o inmaduros. Estos datos indican que gran parte de la pesca comercial de la costa sur de Jalisco y norte de Colima incide en organismos jóvenes que aún no han alcanzado la madurez sexual.

En este estudio, la hembra de menor talla con gónadas maduras midió 30.3 cm y el macho 28.6 cm. Pacheco y Rodríguez (1999) mencionan que la talla de primera madurez de las hembras fue de 30.7 cm y la de los machos de 35.3 cm en el Pacífico de Panamá, de tal modo, la longitud de las hembras fue semejante a la registrada en este estudio, no así la de los machos, que fue mayor. Aunque Lucano-Ramírez (1998) no mencionó la talla de primera madurez, observó que las hembras de 33 cm y los machos de 30 cm presen-

Figura 6
Ovarios de *Lutjanus peru*

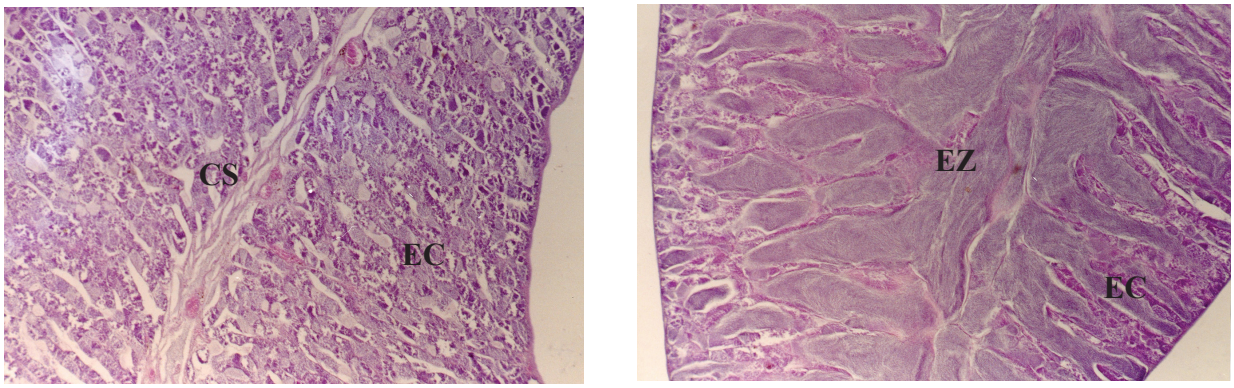


a) Ovario inmaduro en donde se observa un solo tipo de ovocitos (cromatina nucleolo, CN). b) Ovario maduro con cinco fases de desarrollo de los ovocitos (cromatina nucleolo, CN; ovocito en perinucleolo, OP; con vesículas vitelinas, VV; en vitelogénesis primaria, VP y en vitelogénesis secundaria, VS).Hematoxilina-eosina. 50X.

Tabla 6
Descripción de los estadios de maduración de los testículos

Estadio	*Condición*	*N*	*Color*	*Pg (g) y proporción del peso corporal*	L_{tot} *(cm)*	*P (g)*	*Fases de desarrollo de las células sexuales.*
I	Inmaduros	336	Semejan 2 hilos.	0.20 (0.07%)	23.4±3.7	196.8±136.3	Se observaron pocas células reproductivas.
II	En desarrollo	138	Más gruesos que en el estadio anterior.	0.68 (0.13%)	29.4±4.9	365.1±211.9	Espermatocitos y espermátidas.
III	En maduración	10	Más gruesos que en el estadio anterior.	5.40 (0.51%)	35.9±7.5	694.8±461.7	Se observaron algunos espermatozoides y en el resto de órgano cistos con células en diferentes etapas de la espermatogénesis.
IV	Maduro	15	En el centro se observa el conducto seminal con líquido.	50.83 (2.21%)	55.1±3.3	2236.1±301.9	En el conducto seminal se encontró una gran cantidad de espermatozoides.
V	En reproducción	5	Alcanzan su máximo crecimiento. La arteria que los irriga esta muy desarrollada.	102.83 (4.30%)	56.5±1.5	2 401± 31.1	Gran cantidad de espermatozoides (EZ) en el conducto seminal.
VI	Después de la espermiación	11	Los testículos disminuyen de tamaño, presentan ondulaciones en el borde; al hacer presión sale un poco de líquido seminal.	4.07 (0.37%)	47.8±11.3	1368.2±821.0	Las células sexuales estaban poco desarrolladas, y en el centro del testículo había pequeñas cantidades de espermatozoides.

Figura 7
Testículo de *Lutjanus peru*



a) b)

a) Testículo inmaduro; en el conducto seminal (CS) no se observan espermatozoides, solo espermatocitos (EC) en diferentes etapas de maduración; b) testículo maduro, en el conducto seminal se observan espermatozoides (EZ) en gran cantidad y pocos espermatocitos (EC) en la periferia del testículo. Hematoxilina-eosina. 50X.

taron gónadas maduras; por su parte, Reyna-Trujillo (1993) encontró que la talla de primera madurez en las hembras varió de 25 a 30 cm. La comparación de estos datos permite suponer que, tanto las hembras como los machos de *L. peru,* se reproducen por primera vez cuando alcanzan una talla de alrededor de los 30 cm de longitud.

Asimismo, en esta investigación se encontró que la L_{50} de las hembras fue superior (36.9 cm) a la encontrada por Santamaría-Miranda (1998) en la costa de Guerrero (29.5 cm), pero inferior a la reportada por Pacheco y Rodríguez (1999) en el Pacífico de Panamá (43.8 cm). Por otro lado, la talla L_{50} de los machos (35.5 cm) fue menor a la registrada por Pacheco y Rodríguez (1999) (42.5 cm). Estas diferencias pudieran ser resultado de las condiciones particulares del ambiente en que se desarrolla cada una de las poblaciones o de los artes de pesca utilizados. Manickchand (1987) menciona que la disparidad entre la talla de madurez de hembras (36.9 cm) y machos

(35.5 cm) se debe a que estos últimos crecen más rápidamente y, por tanto, alcanzan la talla óptima para reproducirse antes que las hembras.

González-Ochoa (1997) mencionó que en *L. peru*, la longitud patrón promedio de 24.4 cm correspondía a la edad de tres años, la de 27.66 cm a la de cuatro años y la de 30.63 cm a la de cinco años. Esto sugiere que las tallas de primera madurez (30.3 cm para las hembras y 28.6 cm para los machos) y las L_{50} (36.9 cm y 35.5 cm, respectivamente), corresponderían a organismos de entre tres y cinco años de edad.

Al igual que otras especies de peces marinos, el tipo de desarrollo en los ovocitos de *L. peru* es asincrónico (Reyna-Trujillo, 1993; Lucano-Ramírez, 1998; Santamaría-Miranda, 1998 y Lucano-Ramírez *et al*., 2001b), lo cual permite que pueda reproducirse varias veces al año. Esta característica es frecuente entre las especies que habitan áreas tropicales (Wallace y Selman, 1981; Pozo *et al.*, 1983). *L. vittus*, como *L. peru*, presenta desarrollo asincrónico en los ovocitos (Davis y West, 1993), y una vez que alcanzan la madurez reproductiva, las gónadas pasan del estadio de desovadas (VI) al de maduración (III), sin pasar por la etapa II.

Poco se conoce acerca de la reproducción de la familia Lutjanidae, incluidos los datos referentes a la talla de primera madurez, la duración de la época reproductiva y la fecundidad. Para estos aspectos se requiere conocer los estadios de desarrollo gonadal de manera individual (West, 1990); aunque muchos autores han criticado las escalas macroscópicas como un indicador de la maduración de los ovarios (Godinho *et al*., 1974; Narahara, 1983; Dias *et al*., 1998). Coincidimos con Brandão (2003) en su preferencia por las escalas basadas sobre las observaciones microscópicas y macroscópicas de las gónadas.

Aquí se observó que la mayoría de los huachinangos capturados con redes agalleras y línea de mano aún no se había reproducido, a pesar de que, con el fin de regular la pesquería, se recomienda pescar a los organismos que ya lo han hecho (Beddington y Retting, 1984).

La línea de mano quizá sea uno de los artes más selectivos; sin embargo, puede afectar a la población si se utilizan anzuelos pequeños cuando escasean los organismos grandes. Las redes agalleras tienen la característica de ser selectivas (Hamley, 1975; Sparre y Venema, 1995), por lo que las mallas más recomendables para la pesca de huachinango son las de 3.5 y 4 pulgadas, ya que, a pesar de que estas redes capturaron menor número de organismos que la de 3", el tamaño promedio de los organismos es semejante a aquel en el que 50% de los organismos esta sexualmente maduro (L_{50}).

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Rivera, Melaque, así como a los investigadores y estudiantes que con gran entusiasmo colaboraron en los muestreos. Agradecemos especialmente al Dr. Gaspar González-Sansón por las observaciones hechas al escrito.

Referencias bibliográficas

Beddington, J.R. y R.B. Retting. 1984. *Criterios para la regulación del esfuerzo de pesca*. FAO. Doc. Tec. Pesca, 234, Roma. 44p.

Brandão, C.A.S., M.F.M. Valentim y E. Pellegrini-Caramaschi. 2003. Ovary maturation stages and oocite feature in three species of the Neotropical fish Hemiodus (Müller, 1842). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46:433-441.

Castro, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las zonas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica, 19, INP- Depto. de Pesca. México. 298p.

Cruz-Romero, M., E.A. Chávez, E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1996. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the eastern tropical Pacific. En: F. Arreguín-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. ICLARM Conf. Proc., 48:324-330.

Davis, T.L.O. y G.J. West. 1993. Maturation, reproductive seasonality, fecundity and spawning frequency in *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West shelf of Australia. *Fish. Bull*., 91:224-236.

Dias, J.R., E. Peres-Rios, P.T Chaves y C.L.B. Rossi-Wongstchowski. 1998. Análise macroscópica dos ovários de teleosteos: problemas de classificacao recomendacao de procedimientos. *Rev. Brasil. Biol.,* 58:55-69.

Echeverria, T.W. 1987. Thirty-four species of California rockfishes: maturity and seasonality of reproduction. *Fish. Bull*., 85(2):229-250.

Estrada-Flores, E., L. Peralta-Zamora y P. Rivas-Manzano. 1982. *Manual de técnicas histológicas.* AGT, México. 140p.

Godinho, H.M., S. Ferrisho, L.O. Medeiros y J.M.B. Barker. 1974. Morphological change in the ovary of *Pimelodus maculates* Lacépèdes, 1803 (Pisces, Siluroidei) related to the reproductive cycle. *Rev. Brasil. Biol*., 34:581-588.

Godínez-Domínguez, E., J. Rojo-Vázquez, V. Galván-Piña y B. Aguilar-Palomino. 2000. Changes in the structure of a coastal fish assemblage exploited by a small scale gillnet fishery during an El Niño-La Niña event. *Estuarine Coastal and Shelf Science,* 51:773-787.

González-Ochoa, O.A. 1997. *Edad y crecimiento de* Lutjanus peru *en la costa sur de Jalisco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 80p.

Grimes, C.B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: A review. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, USA. pp. 239-294.

Gupta, S. 1975. The development of carp gonads in warm water aquaria. *J. Fish Biol.,* 7:775-782.

Hamley, J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. *J. Fish. Res.,* 32:1943-1969.

Hyder, M. 1969. Histological studies on the testis of *Tilapia leucosticta* and other species of the genus *Tilapia* (Pisces: Teleostei). *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 88:211-231.

Lucano-Ramírez, G. 1998. *Ciclo reproductivo de* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en la costa sur de Jalisco*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. unam, México. 83p.

Lucano-Ramírez, G., M. Villagrán-Santa Cruz, S. Ruiz-Ramírez y T. López-Murillo. 2001a. Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae). *Ciencias Marinas*, 27(3):335-349.

Lucano-Ramírez, G., M. Villagrán-Santa Cruz y S. Ruiz-Ramírez. 2001b. Características reproductivas del huachinango, capturado por la pesca artesanal, en la costa sur de Jalisco, México. *Ciencia y Mar,* 5(15):21-28.

Manickchand, D.S. 1987. Reproduction, age and growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), in Trinidad, West Indies. *Bull. of Mar. Sci*., 40:23-28.

Narahara, M.Y. 1983. *Estrutura da populaco e reproduçao de* Rhamdia hilari *(Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae)*. Tesis de doctorado. Universidade de São Paulo, Brasil. 68p.

Nikolsky, G. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, Londres. 352p.

Pacheco T., R.L. y C.C. Rodríguez. 1999. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del pargo rojo (*Lutjanus peru*) del Pacífico de Panamá. *Scientia,* 14:17-38.

Pozo, E., L. Espinosa y M. Guardiola. 1983. Aspectos preliminares de la biología del sesí (*Lutjanus buccanella* Cuvier, 1828) en la plataforma suroriental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq*., 8:1-28.

Reyna-Trujillo, M.M. 1993. *Desarrollo gonádico y época de desove del "huachinango" (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de la Paz, BCS. México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG, Guadalajara. 73p.

Rojo-Vázquez, J.A., B. Aguilar-Palomino, V.H. Galván-Piña, E. Godínez-Domínguez, S. Hernández-Vázquez, S. Ruiz-Ramírez y G. Lucano-Ramírez. 2001. Ictiofauna de la pesquería ribereña en Bahía de Navidad, Jalisco, México, asociada al evento El Niño 1997-1998. *Rev. Biol. Trop*., 49:915-929.

Santamaría-Miranda, A. 1998. *Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango,* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) Pisces: Lutjanidae en Guerrero, México.* Tesis de Maestría. cicimar, ipn, La Paz. 64p.

Saucedo-Lozano, M. 2000. *Alimentación natural de juveniles de* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) y* Lutjanus guttatus *(Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en las costas de Jalisco y Colima, México*. Tesis de maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UdeC, Tecomán. 68p.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte I. Manual. fao. Doc. Tec. Pesc, 306.1, Rev. 1, 440p.

Wallace, R.A. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool*., 21:325-343.

West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fish: a review. *Austr. J. Mar. and Freshw. Res*., 41:199-222.

Yamamoto, K. y F. Yamazaki. 1961. Rhythm of development in the oocyte of the gold-fish, *Carassius auratus*. *Bull.of the Fac. Fish*., 12:93-114.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 718p.

Ictioplancton en las Bahías de Chamela, Jalisco y Manzanillo, Colima (ciclo 2001-2002)

Claudia Silva Segundo[*,**]
René Funes Rodríguez[**]
Elva Guadalupe Robles Jarero[*]
Eduardo Ríos Jara[*]

Resumen

Se analizaron la composición, la distribución y la abundancia del ictioplancton en las bahías de Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima, con atención especial en las larvas cuyos adultos son importantes en la pesquería ribereña. Se hicieron recolectas mensuales en seis sitios durante un ciclo anual (agosto de 2001 a julio de 2002). Los arrastres fueron oblicuos y se hicieron entre la superficie y los 20 m de profundidad; se separaron 8 538 huevos y 7 858 larvas de 216 muestras de plancton. Se determinó un total de 97 taxones pertenecientes a 58 géneros. Las familias con mayor riqueza específica fueron Gobiesocidae (7 especies), Labrisomidae (8), Sciaenidae (10), Haemulidae (8) y Carangidae (7); estas tres últimas, además de Lutjanidae, Gerreidae, Sphyraenidae, Ephippidae, Paralichthyidae, Balistidae y Tetraodontidae, son consideradas importantes en la región. Los taxones correspondieron a organismos que viven en el arrecife, ambientes demersales y las zona intermareal-submareal. Las larvas de *Bregmaceros bathymaster* (nerítico-demersal) tuvieron la mayor abundancia relativa (79%). El análisis espacio-temporal sugiere que Bahía Chamela, y en particular la Isla Pajarera, es un área importante de reproducción de la mayoría de las especies durante la temporada templado-seca.

Palabras clave: Distribución y abundancia, huevos, larvas, peces; Jalisco; Colima; Pacífico central mexicano.

* Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, Universidad de Guadalajara. Apartado Postal 52-114, Zapopan, Jalisco 45035, México. Fax (52) (33) 3682-0230. Correo electrónico: erobles@cucba.udg.mx, edurios@cucba.udg.mx

** Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR). Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n. Col. Playa Palo Alto de Santa Rita. C. P. 23096. La Paz, BCS. Tel. (612) 12 303-50. Correo electrónico: ssclaudiaa@hotmail.com, rfunes@ipn.mx

Introducción

En las costas de Jalisco y Colima la producción de la pesca ribereña es comparativamente menor a la de los estados del noroeste de México (SEPESCA, 1994); no obstante, ésta provee de ingresos y alimentos a una proporción importante de la población ribereña rural y de la zona metropolitana de esa región (Ríos-Jara *et al*., 1996). Los huachinangos, sarangolas, lisas, pargos, cocineros, jureles y sierras son algunos de los recursos de la zona. La captura se incrementa durante los periodos vacacionales de abril y agosto, en consonancia con el aumento del esfuerzo pesquero (Ríos-Jara *et al*., 2001). Sin embargo, se conoce poco sobre la composición y la distribución de los productos del desove de los peces, a pesar del interés pesquero y de su potencial en la acuacultura, por lo que este estudio proporciona elementos para conocer los recursos así como sus áreas y épocas de reproducción.

Los estudios ictioplanctónicos en las costa de Jalisco y Colima son muy recientes; Acal (1991) y Franco-Gordo *et al*. (1999) presentaron los primeros listados sistemáticos de larvas de peces de la región; González-Armas *et al.* (1993) reportaron la presencia de túnidos y el primer registro de larvas de marlin rayado. En las costas de Jalisco y Colima se han analizado la composición, diversidad y la distribución de los estadios tempranos de vida de los peces (Franco-Gordo *et al*., 2000, 2002, 2003) y la variación espacio-temporal de las larvas de especies seleccionadas del grupo de los haemúlidos, sciaénidos, carángidos (Navarro-Rodríguez *et al*., 2001) y pleuronectiformes (Flores-Vargas *et al*., 2004); empero, la información sobre las áreas y épocas de reproducción de las especies de peces es insuficiente por el escaso número de descripciones de los huevos y larvas de peces del Pacífico centro oriental (Moser, 1996a; Beltrán-León y Ríos-Herrera, 2000).

El presente estudio formó parte del proyecto de investigación "Evaluación de la comunidad planctóni-

ca y su relación con especies de importancia pesquera en la costa de Jalisco y Colima, México", desarrollado en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, con el propósito de determinar la composición, la distribución y la abundancia espacio-temporal de las larvas de peces, con especial atención en las especies de importancia comercial. Los resultados de este trabajo podrán ser utilizados como material de referencia sobre las especies presentes en la zona y como una aproximación de las áreas y temporadas de reproducción.

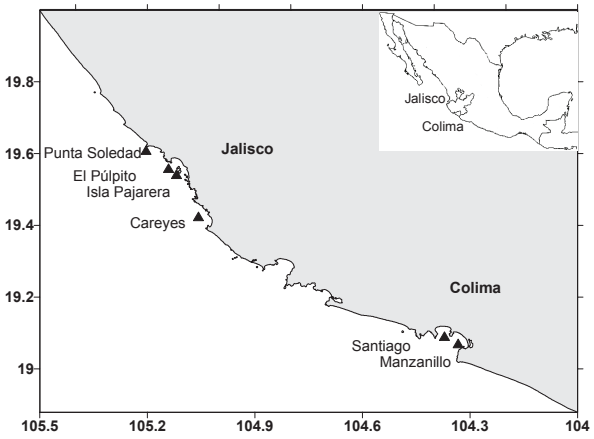
Métodos y materiales

El área de estudio fue en dos zonas ubicadas en la plataforma continental de la costa de Jalisco (Fig. 1): Bahía Chamela, localizada entre Punta Soledad (19°36'57" N - 105°12'22" O) y Careyes (19°25'49" N - 105°03'45" O), y la segunda incluyó las Bahías de Santiago y Manzanillo (19°04'26" N - 104°20'00" O). En general, las precipitaciones medias anuales en la costa de Jalisco y Colima varían entre los 800 y 1 500 mm (la temporada de lluvias abarca de junio a septiembre, mientras que la de secas de febrero a abril) (INEGI, 1981). La temperatura máxima se presenta en agosto (29.31 °C) y la mínima en febrero (23.27 °C) (Filonov *et al*., 2000).

La plataforma continental está limitada por la isobata de 200 m que se ubica a una distancia de entre siete y 10 km de la costa (Filonov *et al*., 2000). La variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la región de estudio está determinada por la radiación solar, la evaporación, la precipitación, las desembocaduras de ríos, el intercambio turbulento de calor con la atmósfera, y la posible advección de calor proveniente de la zona ecuatorial (Filonov *et al*., 2000). Por otro lado, las corrientes marinas han sido descritas, sobre la base de la circulación superficial del Pacífico Oriental, en tres periodos (Wyrtki, 1965; Wyrtki, 1966; Badán, 1997): el primero de ellos es prolongado y estable, abarca de agosto a diciembre cuando la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) está más desarrollada porque la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encuentra en su posición boreal extrema; el segundo periodo es de febrero hasta abril y es cuando la ZCIT se encuentra en su posición más septentrional por lo que la CCCR está muy debilitada. Finalmente, durante el tercer periodo, de mayo a julio, la ZCIT regresa a su posición boreal y la Contracorriente Ecuatorial reaparece, rodeando el Domo de Costa Rica para alimentar a la CCCR hasta Cabo Corrientes.

Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual en las costas de Jalisco y Colima (agosto de 2001 a julio de 2002). El plan básico de estaciones consistió de seis localidades: cuatro frente a la Bahía Chamela, Jalisco; y dos frente a las bahías de Santiago-Manzanillo, Colima. Las localidades fueron elegidas con base en su importancia en la productividad pesquera de la región (Ríos-Jara *et al*., 2001) (Fig. 1). Las muestras fueron recolectadas con una red estándar de plancton de 505 μm de luz de malla y 0.50 m de diámetro en su boca, provista de un flujómetro digital para conocer el volumen de agua filtrada. Los arrastres duraron seis minutos cada uno y fueron oblicuos desde la superficie hasta los 20 m de profundidad aproximadamente. Se realizaron tres arrastres (réplicas) en cada una de las seis estaciones de muestreo, por lo que se recolectó un total de 18 muestras de zooplancton cada mes, lo que hizo un total de 216 muestras durante el ciclo anual. En cada estación se registró la temperatura superficial del mar con un termómetro de cubeta y la salinidad con un refractómetro American Optical. Los datos de la precipitación pluvial fueron obtenidos a partir de los registros de la Estación Biológica de la UNAM ubicada en Chamela, Jalisco.

Figura 1
Área de estudio y localidades de muestreo en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



El ictioplancton fue separado y contabilizado en su totalidad, con un microscopio estereoscopio (marca Carl Zeiss, modelo Stemi 2000), una cámara Bogorov, pinzas de relojero y agujas de disección. La preservación final de los organismos se hizo en una solución de formaldehído a 4% saturada de borato de sodio. Las larvas fueron identificadas hasta el mínimo nivel taxonómico posible, utilizando la descripción de los estadios tempranos de la vida de

los peces en el área de influencia de la Corriente de California (Moser, 1996a) y del Pacífico Colombiano (Beltrán-León y Ríos-Herrera, 2000), además de los trabajos específicos para Blennioidei (Brogan, 1992), *Opisthonema* sp. (Funes-Rodríguez *et al*., 2004), *Engraulis mordax* (Bolin, 1936) y *Trachurus symmetricus* (Ahlstrom y Ball, 1954). Los especímenes no descritos fueron agrupados en el nivel de familia o género con la leyenda "tipo" de acuerdo con sus características distintivas del patrón de pigmentación, merística y morfometría (*e. g*. Muraenidae tipo 1, *Caranx* sp. 1, *Larimus* sp. 1). El arreglo sistemático de las especies se realizó de acuerdo con Moser (1996a), y las modificaciones propuestas por Nelson (1994), Fischer *et al.* (1995) y Eschmeyer (1998). El arreglo de los géneros y sus respectivas especies se presenta en orden alfabético. La colección de referencia del ictioplancton se encuentra en el Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura del Departamento de Ecología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

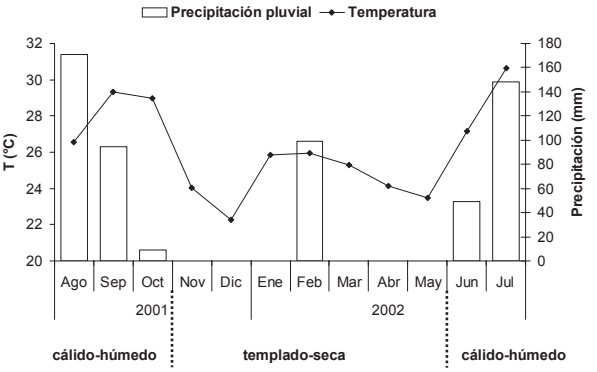
La abundancia de huevos y larvas de peces fue transformada como número de individuos por diez metros cuadrados (ind·10 m^{-2}) de acuerdo a Smith y Richardson (1977). La variación espacio-temporal fue determinada mediante un análisis de varianza de una vía (ANDEVA). Previo al análisis, los datos fueron examinados para determinar el cumplimiento de los supuestos de la estadística paramétrica: distribución normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett). En los casos de diferencia significativa se hizo la comparación *a posteriori* con el método de *Student*-Newman-Keuls, utilizando el programa Sigma Stat 1.01.

Resultados

Temperatura y precipitación pluvial

Durante el periodo de muestreo, la temperatura superficial marina más elevada (27-31 °C) se registró de junio a octubre y la más baja (22-23 °C) en noviembre y diciembre; la diferencia entre los valores máximo (julio = 30.6 °C) y mínimo (diciembre = 22.3 °C) fue de alrededor de 8 °C. Puesto que la época de sequía se extendió de noviembre a mayo (aunque hubo algunas precipitaciones en febrero), y la de lluvias de junio a octubre, con un máximo en agosto (170.8 mm), y cada una de ellas tiene características meteorológicas muy particulares, se definieron dos temporadas: la templado-seca, entre noviembre y mayo con temperaturas variables entre 22 y 26 °C; y la cálido-húmeda, de junio a octubre con temperaturas de entre 26 y 31 °C (Fig. 2).

Figura 2
Promedio mensual de la temperatura superficial del mar (°C) y precipitación pluvial (mm) en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



Abundancia y variación espacio-temporal de huevos y larvas de peces

Se cuantificó un total de 8 538 huevos (13 546·10 m^{-2}) y 7 858 larvas (16 638 ind·10 m^{-2}). El análisis indicó que existía mayor concentración de ictioplancton ($p<0.05$) en Isla Pajarera, Jalisco, con valores alrededor de cinco y nueve mil huevos y larvas por diez metros cuadrados, respectivamente; en los alrededores de la isla, en Punta Soledad, El Pulpito y Careyes, se encontraron valores intermedios (intervalos de 1001-2000 y 2001-3000 huevos-larvas·10 m^{-2}); mientras que los más bajos se registraron frente a Santiago y Manzanillo (Figs. 3a y b).

Durante el periodo de estudio la cantidad de huevos y larvas de peces cambió significativamente ($p<0.05$); los huevos fueron más numerosos de noviembre a mayo (500-2000 huevos·10 m^{-2}) y las larvas en enero, abril y mayo (3000-7500 larvas·10 m^{-2}), lo que muestra que hay diferencias entre las temporadas templado-seca y cálido-húmeda (Figs. 3c y d).

Composición taxonómica

Las larvas de peces pertenecieron a 97 especies, incluidas en 58 géneros, 43 familias y 15 órdenes de peces teleósteos. La mayoría fue de especies cuyos adultos habitan en arrecifes, la zona intermareal y submareal, así como en ambientes nerítico-demersales; a cada grupo correspondió entre 27 y 28% del total. Las especies de peces pelágico costeros fueron menos comunes (14%), así como aquéllas pertenecientes al hábitat epipelágico y mesopelágico (2%).

Tabla 1
Listado sistemático de larvas de peces en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002

Orden	*Familia*	*Especie o tipo*	*Hábitat*
Anguilliformes	Muraenidae	tipo 1	A
	Ophichthidae	tipo 1	IS
Clupeiformes	Clupeidae	*Harengula thrissina* (Jordan y Gilbert, 1882)	PC
		**Opisthonema* sp. (Gûnther, 1867)	PC
	Engraulidae	**Anchoa* sp.	PC
		**Engraulis mordax* (Girard, 1854)	PC
Stomiiformes	Phosichthyidae	*Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899)	M
Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus evermanni* (Jordan y Bollman, 1890)	DN
Myctophiformes	Myctophidae	*Diaphus* sp.	M
Gadiformes	Bregmacerotidae	*Bregmaceros bathymaster* (Jordan y Bollman, 1890)	DN
Ophidiiformes	Ophidiidae	tipo 1	DN
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Gobiesox papillifer* (Gilbert, 1980)	IS
		Gobiesox eugrammus (Briggs, 1955)	IS
		tipo 1, 2, 3 ,4 y 5	IS
Atheriniformes	Atherinidae	*Atherinella nepenthe* (Myers y Gilbert, 1881)	IS
		Atherinella sp.	IS
Beloniformes	Exocoetidae	tipo 1	E
Syngnathiformes	Fistulariidae	*Fistularia corneta* (Gilbert y Starks, 1904)	DN
	Syngnathidae	*Doryrhamphus excisus excisus* (Kaup, 1856)	A
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Pontinus furcirhinus* (Garman, 1899)	DN
Perciformes	Serranidae	*Paralabrax nebulifer* (Girard, 1854)	A
	Apogonidae	*Apogon retrosella* (Gill, 1863)	A
	Carangidae	**Caranx caballus* (Gunther, 1868)	PC
		**Caranx* sp.	PC
		**Caranx sexfasciatus* (Quoy y Gaimard, 1825)	PC
		**Chloroscombrus orqueta* (Jordan y Gilbert, 1883)	PC
		**Seriola* sp.	PC
		**Selene peruviana* (Guichenot, 1866)	PC
		**Trachurus symmetricus* (Ayres, 1855)	PC
	Lutjanidae	**Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922)	A
	Lobotidae	*Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790)	PC
	Gerreidae	**Eucinostomus* sp.	DN
	Haemulidae	**Xenistius californiensis* (Steindachner, 1875)	A
		*tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	A
	Sciaenidae	**Bairdiella* sp.	DN
		**Cynoscion* sp.	DN
		**Larimus* sp.1	DN
		**Larimus* sp.2	DN
		**Menticirrhus* sp.	DN
		**Micropogonias* sp.1	DN
		**Micropogonias* sp.2	DN
		**Umbrina* sp.	DN
		*tipo 1 y 2	DN
	Ephippidae	**Chaetodipterus zonatus* (Girad, 1858)	DN
	Pomacentridae	*Abudefduf troschelii* (Gill, 1862)	A
		Stegastes rectifraenum (Gill, 1862)	A
	Mugilidae	tipo 1	DN
	Labridae	*Halichoeres dispilus* (Gunther, 1864)	IS
		Halichoeres semicinctus (Ayres, 1859)	IS
		Halichoeres sp.1	IS
	Tripterygiidae	*Enneanectes sexmaculatus* (Fowler, 1944)	IS
	Labrisomidae	*Labrisomus xanti* (Gill, 1860)	A
		Paraclinus sp.	A
		tipo 1, 2, 3, 4, 5 y 6	A

Orden	*Familia*	*Especie o tipo*	*Hábitat*
	Chaenopsidae	*Chaenopsis alepidota alepidota* (Gilbert, 1890)	IS
	Dactyloscopidae	*Dactylagnus mundus* (Gill, 1862)	IS
		Dactyloscopus sp. 1	IS
		Gillellus semicinctus (Gilbert, 1890)	IS
		Myxodagnus opercularis (Gill, 1861)	IS
		tipo 1	IS
	Blenniidae	*Entomacrodus chiostictus* (Jordan y Gilbert, 1882)	IS
		Hypsoblennius brevipinnis (Gunter, 1861)	IS
		Hypsoblennius sp.	IS
	Gobiidae	*Lythrypnus* sp.	IS
		tipo 1	IS
	Microdesmidae	*Clarkichthys bilineatus* (Clark, 1936)	IS
	Sphyraenidae	**Sphyraena ensis* (Jordan y Gilbert, 1882)	PC
	Scombridae	*Auxis* sp.	E
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Citharichthyus* sp.	DN
		Etropus peruvianus (Hildebry, 1946)	DN
		**Paralichthys woolmani* (Jordan y Williams en Gilbert, 1897)	DN
		Syacium latifrons (Jordan y Gilbert, 1882)	DN
	Achiridae	*Achirus mazatlanus* (Steindachner, 1880)	DN
	Cynoglossidae	*Symphurus williamsi* (Jordan y Culver, 1895)	DN
		Symphurus sp.1	DN
		Symphurus sp.2	DN
Tetraodontiformes	Balistidae	**Balistes polylepis* (Steindachner, 1876)	IS
	Monacanthidae	*Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)	DN
		tipo 1	DN
	Tetraodontidae	**Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842)	A
	Diodontidae	*Diodon* sp.	A

*Especies consideradas como recursos pesqueros (Fischer *et al*., 1995; Ríos-Jara *et al*., 2001). Hábitat de los adultos: A = arrecifes; IS = intermareal-submareal; DN = demersal nerítico; PC = pelágico costero; E = epipelágico y M = mesopelágico (Eschmeyer *et al*., 1983).

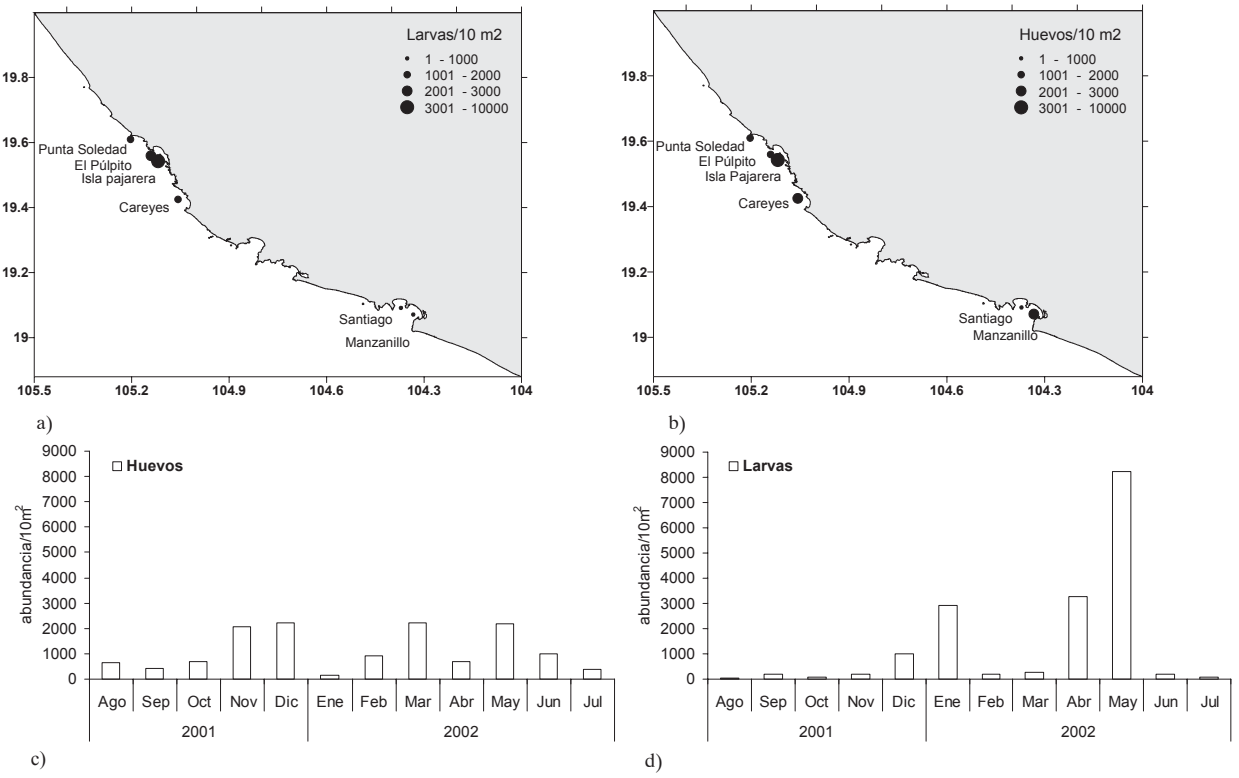
Las familias con mayor riqueza específica fueron la Sciaenidae (10 especies), Labrisomidae (8), Haemulidae (8), Carangidae (7) y Gobiesocidae (7) (Tabla 1).

Abundancia y variación espacio-temporal de algunas familias

La familia Bregmacerotidae presentó la abundancia relativa más elevada (79%) y estuvo representada sólo por *Bregmaceros bathymaster*, que fue muy abundante frente a la isla Pajarera en abril y mayo (3000 y 5200 larvas·10 m^{-2}, respectivamente). El restante 31% fue principalmente de miembros de las familias Clupeidae, Engraulidae y Sciaenidae, cuya abundancia relativa fue de aproximadamente 4% por familia, y en menor proporción de peces de las familias Gerreidae, Haemulidae y Labrisomidae, con valores entre 1.5-2%. La mayoría de las familias de peces (36 familias) aportó menos de 1% del total, cada una (Fig. 4). Entre las larvas recolectadas destaca la presencia de algunas especies cuyos adultos son de importancia en las pesquerías ribereñas de Jalisco y Colima, como es el caso de las larvas pertenecientes a las familias Lutjanidae, Sciaenidae, Haemulidae, Carangidae, Gerreidae, Sphyraenidae, Paralichthyidae, Balistidae y Tetraodontidae, así como las larvas de Clupeidae y Engraulidae, de importancia comercial en el noroeste de México (Tabla 1).

Familia Clupeidae y Engraulidae. La mayoría de las sardinas y anchovetas es de especies marinas, generalmente de tamaño pequeño, que se agrupan en grandes cardúmenes y forman la base de importantes pesquerías comerciales. Las larvas de *Opisthonema* sp. se registraron en enero (550 larvas·10 m^{-2}) al sur del área de estudio frente a Santiago y Manzanillo, y en febrero (2 larvas·10 m^{-2}) frente a Punta Soledad. Las larvas de *Engraulis mordax* fueron recolectadas en la temporada templado-seca, entre enero y mayo, excepto febrero. Su mayor densidad se presentó en mayo (150-200 larvas·10 m^{-2}) entre Punta Soledad e isla Pajarera, al norte del área de estudio; entre enero y mayo se recolectaron frente a Santiago y Manzanillo aunque fueron escasas (Fig. 5). Las larvas de *Anchoa* sp. fueron recolectadas en todo el ciclo anual, empero, su densidad fue muy baja (1-16 larvas·10 m^{-2}).

Figura 3
Distribución y abundancia acumulada de huevos y larvas (10m^2) en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



a) distribución de huevos; b) distribución de larvas; c) abundancia temporal de huevos; y d) abundancia temporal de larvas.

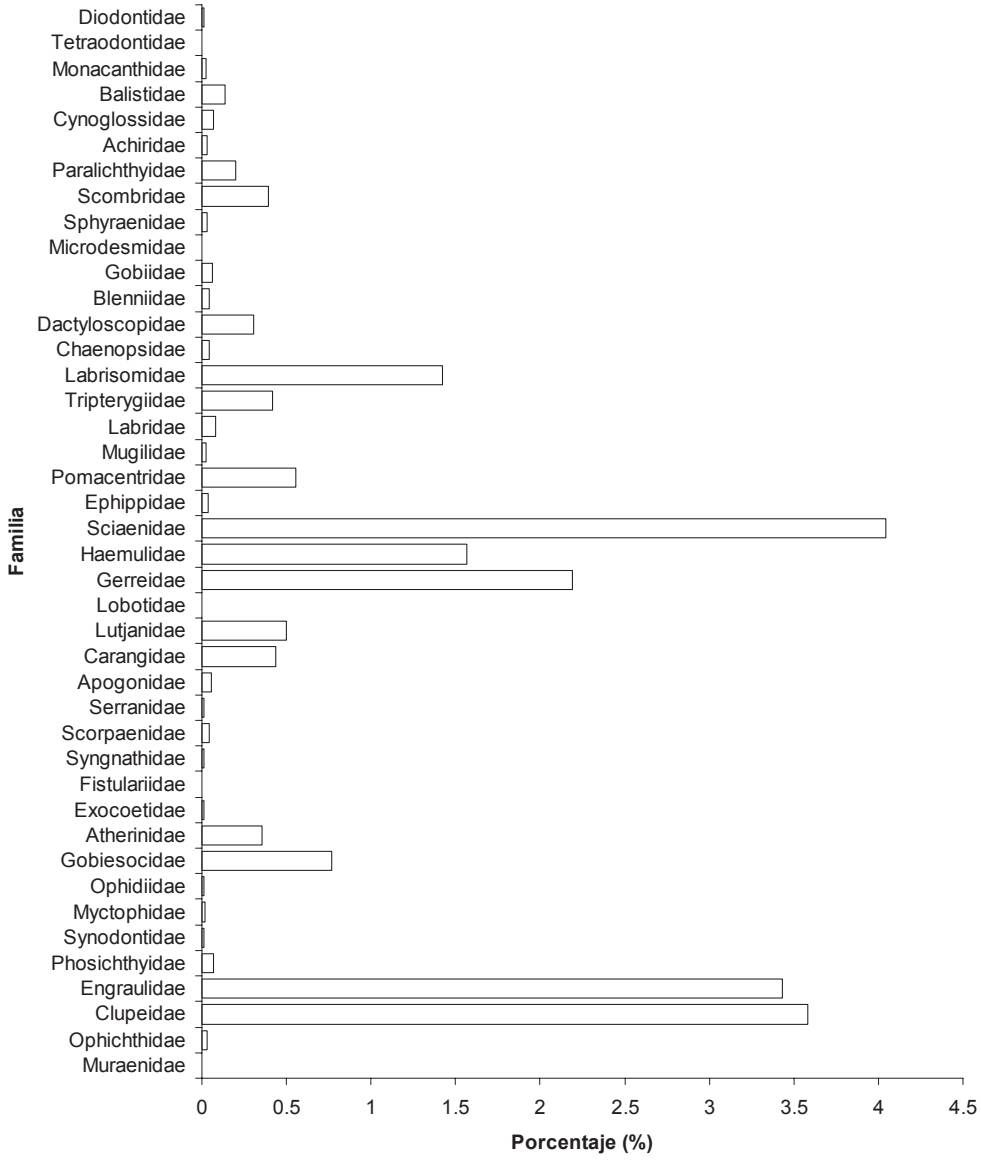
*Familia Carangidae***.** Los carángidos (jureles, cocineros y medregales) son especies gregarias que forman cardúmenes. Las larvas de esta familia fueron escasas aunque se presentaron durante casi todo el periodo de estudio. Las más comunes fueron las larvas de *Chloroscombrus orqueta*, principalmente en la temporada templado-seca (4-13 larvas·10 m^{-2}) y frente a Santiago y Manzanillo. La densidad del resto de las especies varió entre 3 y 5 ejemplares·10 m^{-2} (Fig. 6). Las larvas de *Caranx sexfasciatus* se recolectaron de diciembre a enero, aunque también se detectaron frente a Punta Soledad e isla Pajarera, en febrero. Los especímenes de *C. caballus* se observaron en febrero, junio y agosto, mientras que los de *Seriola* sp. en mayo (frente a Punta Soledad) y los de *Trachurus symmetricus* en junio (frente a Manzanillo).

*Familia Lutjanidae***.** La mayoría de los pargos y huachinangos se encuentra en mares tropicales en aguas costeras y el talud continental. *Lutjanus peru* es la especie comercial más abundante en Jalisco y Colima. Sus larvas se registraron entre mayo y agosto, aunque la mayor densidad se observó en mayo (20-30 larvas·10 m^{-2}) frente a Santiago y Manzanillo (Fig. 7).

*Familia Gerreidae***.** Las mojarras se encuentran predominantemente sobre fondos fangosos, arenosos y en áreas de manglares, aunque algunas penetran en aguas salobres y dulces. Las larvas de *Eucinostomus* sp. fueron recolectadas durante todo el periodo de estudio (Fig. 8), pero fueron más abundantes de septiembre a enero frente a Santiago (40-80 larvas·10 m^{-2}).

*Familia Haemulidae***.** Los burros y roncos son especies que habitan principalmente en aguas cálidas someras alrededor del mundo. Las larvas de ocho taxones fueron registradas durante este estudio; sin embargo, sólo dos destacaron por su abundancia: Haemulidae tipos 2 y 3, que alcanzaron densidades elevadas en septiembre, entre noviembre y enero; así como en mayo, mes en los que fueron más abundantes (35 larvas·10 m^{-2}); no obstante, mientras que durante la mayoría de esos meses se observaron sólo en la bahía de Santiago, en diciembre y mayo se encontraron tanto en las localidades jaliscienses como en las de Colima. *Xenistius californiensis* (Fig. 9) fue recolectada durante un periodo más amplio (febrero-octubre), aunque su mayor densidad (23 larvas·10 m^{-2}) se detectó en mayo, en isla Pajarera.

Figura 4
Abundancia relativa de larvas de peces, agrupadas por familias, en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002

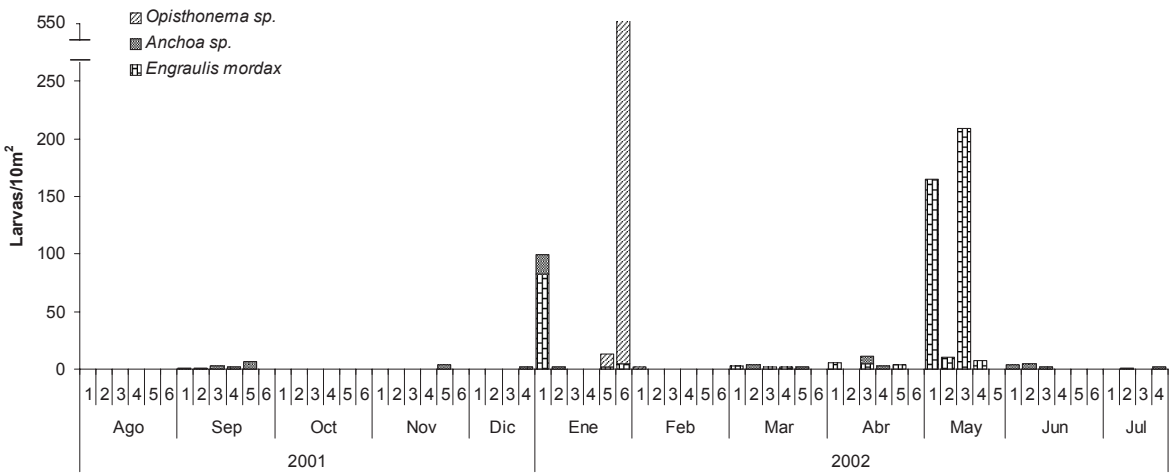


Se excluyó a Bregmacerotidae por su notable abundancia (>70% del total de larvas).

*Familia Sciaenidae***.** Las curvinas son peces predominantemente marinos y costeros, aunque algunas especies viven, al menos durante algunos periodos, en aguas salobres, en la zona de rompientes, sobre fondos rocosos o en arrecifes. Las larvas de diez especies se presentaron en la temporada templado-seca; sin embargo, sólo dos de ellas mostraron densidades elevadas: *Bairdiella* sp. (máx. = 270 larvas·10 m^{-2}) y *Cynoscion* sp. (máx. = 140 larvas·10 m^{-2}). Ambos valores se obtuvieron en el muestreo de mayo frente a Isla Pajarera. Las larvas de *Bairdiella* sp. fueron recolectadas de febrero a junio y en septiembre; mientras que las de *Cynoscion* sp. de abril a junio y de septiembre a diciembre. La densidad del resto de las especies fue muy baja o sólo se registraron en una ocasión: *Umbrina* sp. en enero; *Micropogonias* sp., 1 en febrero, mayo y junio; *Micropogonias* sp., 2 en mayo; *Menticirrhus* sp. en abril, *Larimus* sp. 1 y sp. 2 en mayo, Sciaenidae tipo 1 en enero y tipo 2 en junio (Fig. 10).

*Familia Ephippidae y Sphyraenidae***.** *Chaetodipterus zonatus* (peluquero) es una especie demersal que ha-

Figura 5
Abundancia de larvas de *Clupeidae* y *Engraulidae* en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002

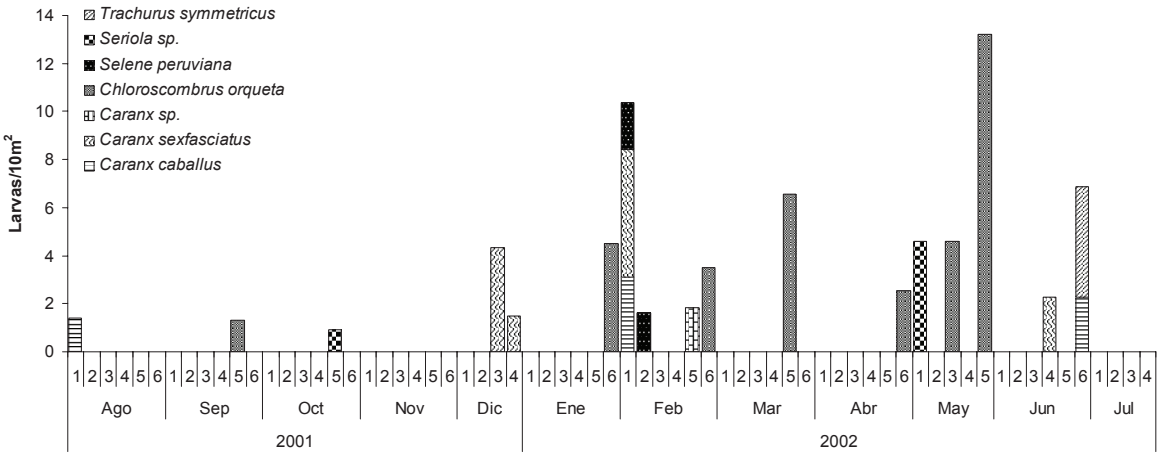


Localidades: 1.Punta Soledad; 2.El Púlpito; 3.Isla Pajarera; 4.Careyes; 5.Santiago y 6.Manzanillo.

bita sobre fondos de arena y en arrecifes coralinos en pequeños cardúmenes; las larvas de esta especie fueron muy escasas (7 larvas·10 m^{-2}) y únicamente se encontraron frente a Santiago en septiembre. *Sphyraena ensis* (barracuda) vive en mares tropicales y templado-cálidos, principalmente en aguas costeras desde la superficie hasta más de 100 m de profundidad; la densidad fue baja (1-4 larvas·10 m^{-2}) y sólo se recolectó en julio, frente a Isla Pajarera y Careyes.

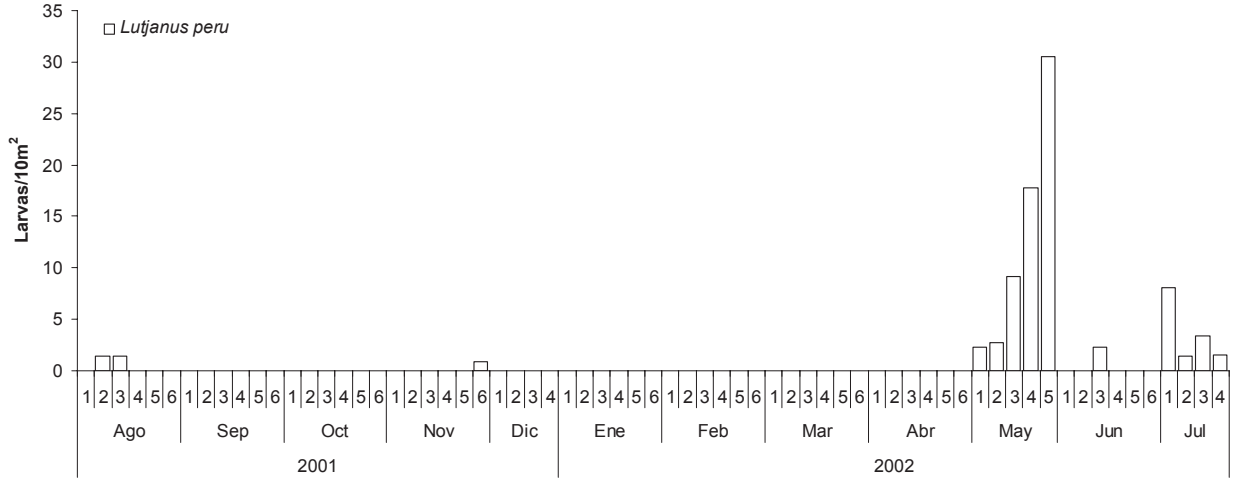
Familias Paralichthyidae, Balistidae y Tetraodontidae. Paralichthys woolmani (lenguado) vive en aguas someras, en general sobre sustratos blandos; sus larvas fueron escasas (6-7 larvas·10 m^{-2}) y sólo se capturaron en mayo y frente a isla Pajarera y Careyes. *Balistes polylepis* (pez puerco) es bentónico, preferentemente, y se concentra en torno a arrecifes rocosos y coralinos; sus larvas fueron escasas y se recolectaron en junio y agosto, con un máximo (12 larvas·10 m^{-2}) frente a Santiago. *Sphoeroides annulatus* (botete)

Figura 6
Abundancia de larvas de Carangidae en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



Localidades: 1.Punta Soledad; 2-El Púlpito; 3.Isla Pajarera; 4.Careyes; 5.Santiago y 6.Manzanillo.

Figura 7
Abundancia de larvas de Lutjanidae en las costas de Jalisco y Colima de agosto del 2001 a julio del 2002



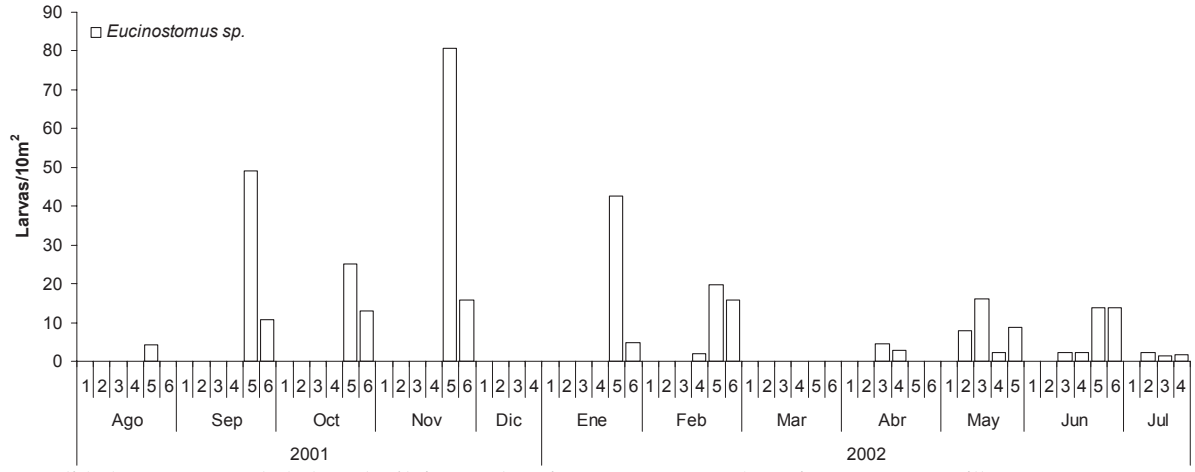
Localidades: 1.Punta Soledad; 2. El Púlpito; 3. Isla Pajarera; 4. Careyes; 5. Santiago y 6. Manzanillo.

habita en mares tropicales y templados; es común en aguas costeras someras. Las larvas de esta especie fueron recolectadas frente a Manzanillo en noviembre (1 larva·10 m^{-2}).

Discusión

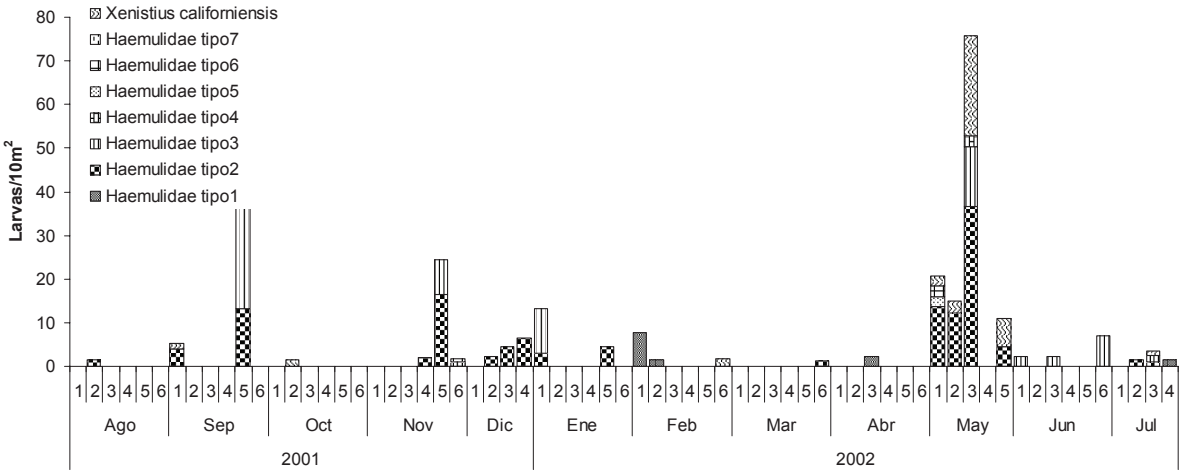
Las localidades ubicadas al norte del área de estudio (Jalisco) presentaron mayor abundancia de huevos y larvas de peces, en particular Isla Pajarera, mientras que la menor densidad se registró al sur del área de estudio (Colima). Aunque es difícil establecer las causas de esta diferencia, es posible que se deba a la fisiografía de la zona costera y su productividad, por ejemplo, en Isla Pajarera la concentración de nutrientes y clorofila-*a* es elevada (Blanco-Alonso y Madrid-Hernández, 2004). También es probable que esta distribución muestre la selección del hábitat de reproducción, ya que algunas especies se encontraron principalmente en el norte del área de estudio, entre las que se encuentran: *Bregmaceros bathymaster*, *Anchoa* sp., *Engraulis mor-*

Figura 8
Abundancia de larvas de Gerreidae en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



Localidades: 1.Punta Soledad; 2.El Púlpito; 3.Isla Pajarera; 4.Careyes; 5.Santiago y 6.Manzanillo.

Figura 9
Abundancia de larvas de Haemulidae en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



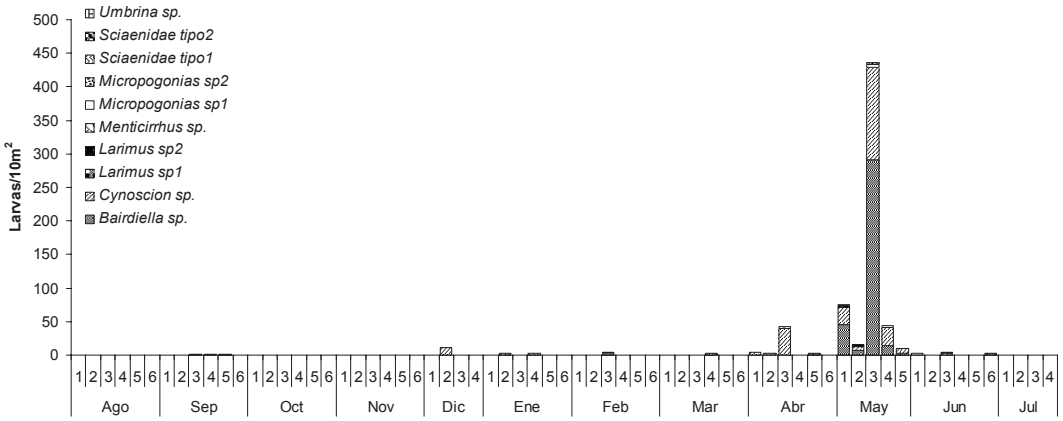
Localidades: 1. Punta Soledad; 2. El Púlpito; 3. Isla Pajarera; 4. Careyes; 5. Santiago y 6. Manzanillo.

dax, *Bairdiella* sp., *Cynoscion* sp., Haemulidae tipo 2, *Xenistius californiensis*, *Caranx sexfasciatus*, *Sphyraena ensis*, *Paralichthys woolmani*, y *Chaetodipterus zonatus*: Por el contrario, otras larvas sólo se recolectaron en las bahías de Manzanillo y Santiago como: *Opisthonema* sp., *Lutjanus peru*, Haemulidae tipo 3, *Chloroscombrus orqueta*, *Trachurus symmetricus*, *Eucinostomus* sp., *Balistes polylepis* y *Sphoeroides annulatus*.

La abundancia de las larvas de peces se incrementó notablemente en la temporada templado-seca (noviembre-mayo) y disminuyó durante el periodo cálido-húmedo (junio- octubre). Estas variaciones fueron similares a las reportadas por otros autores (Franco-Gordo *et al.,* 2000; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2001) que analizaron la distribución de larvas de peces de Jalisco y Colima. Es probable que estos cambios en la composición y abundancia del ictioplancton estén relacionados con el sistema de corrientes (Badán, 1997; Filonov *et al*., 2000) y la selección del hábitat de reproducción, así como con las diferencias en la productividad que se presentan a lo largo del año.

Durante el invierno se presenta una surgencia en la costa de Jalisco determinada por el régimen de vientos (véase trabajo de Bulgakov y Martínez-Zatarain, en este mismo libro) y la productividad es más elevada que en otros periodos del año (véase Sosa *et al*., en este mismo libro). En contraste, en la Península de Baja California y en el Golfo de California la

Figura 10
Abundancia de larvas de Sciaenidae en las costas de Jalisco y Colima de agosto de 2001 a julio de 2002



Localidades: 1.Punta Soledad; 2.El Púlpito; 3.Isla Pajarera; 4.Careyes; 5.Santiago y 6.Manzanillo.

Tabla 2
Comparación del área de estudio, metodologías empleadas, número de taxones, nivel de determinación taxonómica, familias con mayor número de especies y larvas de peces con mayor abundancia del presente estudio y trabajos anteriores en aguas del Pacífico central Mexicano

Referencia	*Acal (1991)*	*Franco-Gordo et al. (1999)*	*Presente estudio*
Área de estudio (fecha)	Mazatlán, Sin.-Acapulco, Gro. (abril 1981)	Punta Farallón, Jal. Cuyutlán, Col. (diciembre 1995-1996)	Punta Soledad, Jal.- Bahía Manzanillo, Col. (agosto 2001- julio 2002)
Arrastres	oblicuos diurnos y nocturnos	oblicuos diurnos	oblicuos diurnos
Profundidad máxima muestreo	200 m	86 m	20 m
Tipo de red	CalCOFI (505 μm; 1.0 m diámetro)	Bongo (505 μm; 0.60m diámetro)	Red cónica (505 μm; 0.50 m diámetro)
No. de estaciones	45	12	6
Total de taxa	129	102	97
orden	-	20	15
familia	40	50	43
género	-	26	24
especies	66	76	45
tipos	63	-	28
Familias con mayor número de especies	Myctophidae, Scombridae, Gobiidae y Nomeidae	Cynoglossidae, Carangidae y Paralichthydae	Scianidae, Labrisomidae, Haemulidae, Carangidae y Gobiesocidae
Especies con mayor abundancia	*Bregmaceros bathymaster,* seguida por *Vinciguerria lucetia* y *Diogenichthys latemanus*	*Bregmaceros bathymaster, s*eguida por *Dorminator latifrons* y *Harengula thrissina*	*Bregmaceros bathymaster, s*eguida por *Opisthonema* sp. y *Engraulis mordax*

abundancia es mayor durante los meses cálidos, como resultado del incremento de las especies tropicales (Moser *et al.,* 1993; Avendaño-Ibarra *et al*., 2004; Aceves-Medina *et al*., 2003).

El hecho de encontrar mayor abundancia de huevos y larvas de peces en abril y mayo indica que gran cantidad de especies se reproduce en estos meses, por lo que el incremento de la captura comercial durante los periodos vacacionales de abril y agosto (Ríos-Jara *et al.,* 2001) pudiera considerarse como factor de riesgo para las especies en reproducción.

La proporción de larvas de peces que pueden ser identificadas hasta género o especie varía regionalmente. Existe un elevado número de descripciones de larvas de peces (Matarese *et al.,* 1989; Moser, 1996a) del norte del Pacífico y el Atlántico nororiental, mientras que los estudios taxonómicos de especies de origen tropical son más escasos (Kendall y Matarese, 1994). Aunque existen recopilaciones importantes que incluyen especies del Pacífico tropical oriental (Moser, 1996a; Beltrán-León y Ríos-Herrera, 2000), se requieren más aportaciones debido a que algunos de los taxones recolectados tuvieron que ser determinados con la leyenda de "tipo" en espera de ser identificados posteriormente; sin embargo, y a pesar de ello, el porcentaje de las larvas identificadas fue relativamente alto, ya que aproximadamente 70% se determinó hasta género o especie, 27% a categoría de familia y sólo 3% permaneció como no identificadas.

En el Pacífico mexicano el listado taxonómico más numeroso de especímenes en su forma larval corresponde al área de influencia de la Corriente de California y aguas adyacentes, con un total de 586 especies pertenecientes a 418 géneros, incluidos en 158 familias (Moser, 1996a). En el Golfo de California se han logrado identificar 283 especies que corresponden a 57 géneros incluidos en 53 familias (Aceves-Medina *et al*., 2003). En el Pacífico central mexicano sólo se habían determinado 85 especies, pertenecientes a 83 géneros y 55 familias (Acal, 1991; González-Armas *et al.,* 1993; Franco-Gordo *et al.,* 1999), cantidad a todas luces inferior a la mencionada para la región noroeste, y que prueba la necesidad de incrementar el estudio de la zona, ya que la presente investigación contribuye con 22 nuevas determinaciones al listado taxonómico del Pacífico central mexicano, que ahora incluye 107 especies.

El método utilizado en este trabajo fue diferente a los empleados por otros autores (Tabla 2); sin embargo, el número de taxones identificados fue semejante. Entre otras similitudes se encontró que *Bregmaceros bathymaster* fue la especie dominante; este organismo es muy abundante en esta zona e incluso en el Golfo de California donde se ha señalado que es codominante (Moser *et al*., 1974). Por otro lado, debido a la cercanía del área muestreada con la línea de costa (Bahías de Chamela y de Santiago-Manzanillo), la composición de los taxones incluyó organismos cuyos adultos habitan en arrecifes, el ambiente

nerítico demersal y la zona submareal e intermareal (Sciaenidae, Haemulidae, Carangidae, Labrisomidae y Gobiesocidae).

Al género *Opisthonema* corresponden tres especies filogenéticamente cercanas que se distribuyen de manera simpátrica (*Ophistonema libertate*, *O. medirastre* y *O. bulleri*) (Berry y Barrett, 1963), por lo que los organismos identificados como *Opisthonema* sp. pueden pertenecer a cualquiera de estas especies, cuyas larvas aún no han sido completamente descritas. No obstante, existen pequeñas diferencias en la pigmentación y el número de miómeros que se usan para diferenciarlas de manera práctica. Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera (1985, 1988) y Funes-Rodríguez *et al*. (2004) señalan la presencia de dos tipos larvales que se diferencian entre sí principalmente por el número de miómeros postanales (*tipo 1*: 5-7 miómeros; *tipo 2*: 7-8 miómeros). En consecuencia, es probable que las larvas observadas correspondan a *O. medirastre*, que se reproducen en invierno y primavera (Rodríguez-Domínguez, 1987; Acal y Corro-Espinoza, 1994), dato que coincide con los registros de este trabajo. Por otra parte, esta especie es rara en Baja California y en el Golfo de California (Hinojosa-Medina, 2004).

Engraulis mordax no había sido reportada en las costas de Jalisco y Colima, y posiblemente se trate de un nuevo registro. Esta especie se distribuye principalmente entre la Columbia Británica y Bahía Magdalena (Eschmeyer *et al*., 1983), aunque su pesquería en el Golfo de California indica que su distribución se ha extendido (Hammann y Cisneros-Mata, 1989). Esta especie se reproduce dentro del Golfo, principalmente alrededor de las grandes islas (Green-Ruíz e Hinojosa-Corona, 1997). Su ocurrencia en el área de estudio probablemente se relaciona con un desplazamiento poblacional posterior al evento de enfriamiento La Niña ocurrido en 1999-2000[1]. La presencia de larvas en enero y mayo es consistente con el periodo en que son reportados los huevos y larvas en el Golfo de California (Green-Ruíz e Hinojosa-Corona, 1997; Aceves-Medina *et al*., 2003, 2004) y en la costa occidental de Baja California (Moser *et al*., 1993; Funes-Rodríguez *et al*., 2002).

La determinación de los individuos de anchoveta norteña se hizo de acuerdo con Bolin (1936) y Watson y Sandknop (1996). El número de miómeros preanales de los individuos recolectados fue de 26-30 y el de postanales de 13-18, lo que hace un total de 43-47 miómeros, cantidad que es comparativamente mayor que la reportada para *Cetengraulis mysticetus* (39-43); por otra parte, *Anchovia* y varias especies de *Anchoa* tienen menos de 42 miómeros, con excepción de *Anchoa ischana, A. exigua* y *A. argentivittata*, cuyo número de miómeros es similar al de los organismos recolectados, pero la larva de *E. mordax* es más pigmentada que las larvas de *Anchoa* conocidas hasta el momento. Además, *E. mordax* tiene un pigmentación característica, ya que tiene una serie de melanóforos por arriba del intestino y otra sobre el ano (Caddell, 1988; Watson y Sandknop, 1996).

Existen aproximadamente 35 especies de la familia Carangidae de importancia pesquera en el Pacífico centro oriental (Smith-Vaniz, 1995). Las larvas de *Chloroscombrus orqueta* fueron las más comunes de esta familia y se encontraron durante la temporada templado-seca, aunque según Navarro-Rodríguez *et al.* (2001) pueden ser recolectadas entre el otoño y la primavera. Las larvas de *Caranx caballus* y *C. sexfasciatus* también fueron comunes en el área de estudio y según Navarro-Rodríguez *et al.* (2001) son las mejor representadas del grupo de los carángidos, mientras que Watson *et al*. (1996) mencionan que en los trópicos pueden ser recolectadas durante todo el año.

El registro de larvas de *Trachurus symmetricus* en la zona de estudio podría ser considerado como el primero. Esta especie se distribuye desde el Golfo de Alaska hasta Baja California y también ha sido reportada en Galápagos (Watson *et al*., 1996). Sus larvas fueron capturadas únicamente en junio, mes que coincide con parte del periodo reproductivo (febrero a julio) de los organismos que habitan el área de la Corriente de California (Moser *et al*., 1993; Watson *et al*., 1996). Las larvas de *T. symmetricus* se reconocen fácilmente porque presentan pigmentos sobre el margen dorsal y ventral, cuerpo en forma triangular, cresta dorsal aserrada sobre la cabeza, doble serie de espinas operculares y una espina más larga en el margen del preopérculo posterior (Ahlstrom y Ball, 1954). Por otro lado, en el Pacífico centro oriental hay tres especies del género *Seriola* (Smith-Vaniz, 1995), de las que sólo se ha descrito la larva de *S. lalandi* (Watson *et al*., 1996). Las larvas recolectadas en este trabajo probablemente pertenezcan a *S. rivoliana* porque *S. peruana* tiene una distribución más sureña (Smith-Vaniz, 1995).

El género *Lutjanus* incluye a 65 especies (Allen, 1987), de las cuales 10 se distribuyen en la costa de Jalisco y Colima (Allen, 1995). Las larvas de *Lutjanus peru* fueron recolectadas en mayo y octubre. Cruz-Romero *et al.* (1991) y Saucedo-Lozano *et al.* (1998) encontraron juveniles provenientes de dos periodos de desove: abril- mayo y agosto-septiembre. En el

1. Información obtenida del Climatic Diagnostic Center, NOAA-CIRES. *http://www.cdc.noaa.gov.*

Golfo de California se recolecta en verano, mientras que en latitudes tropicales, durante todo el año (Watson y Brogan, 1996).

La familia Gerreidae está representada por 11 especies de los géneros *Diapterus, Eucinostomus, Eugerres* y *Gerres* en el Pacífico Centro Oriental (Bussing, 1995). En este estudio sólo se recolectaron larvas del género *Eucinostomus* y probablemente pertenezcan a *E. currani, E. entomelas* y *E. gracilis* (Bussing, 1995). Las larvas de la familia Gerreidae son comunes de julio a septiembre en Baja California (Watson, 1996a; Moser *et al*., 1993). Sin embargo, las larvas de *Eucinostomus* se recolectaron todo el año con un máximo en septiembre y noviembre, lo que pudiera dar indicios sobre su periodo reproductivo.

A la familia Haemulidae corresponde un número aproximado de 24 especies representadas por los géneros *Anisotremus, Codon, Haemulon, Haemulopsis, Microlepidotus, Orthopristis* y *Pomadasys*, en la zona de estudio (McKay y Schneider, 1995); sin embargo, las descripciones de sus larvas son muy escasas (Watson, 1996b) y en consecuencia sólo la larva de *Xenistius californiensis* fue identificada de un total de ocho taxones. En general, las larvas de esta familia pueden recolectarse a lo largo del año, aunque se incrementan durante la temporada templado-seca, como lo reportó Navarro-Rodríguez *et al.* (2001). *Xenistius californiensis* se reproduce principalmente en verano (Watson, 1996b), pero en la zona de estudio las larvas fueron recolectadas durante un periodo más amplio (febrero-octubre).

En el Pacífico Oriental hay aproximadamente 100 especies de la familia Sciaenidae (Chao, 1995); sin embargo, aún falta la descripción de los estadios larvarios de muchas de ellas y en particular de las especies tropicales (Moser, 1996b). Las larvas de diez taxones, pertenecientes a seis géneros, fueron encontradas durante la temporada templado-seca. Esta familia es considerada por Navarro-Rodríguez *et al*. (2001) como el grupo más abundante y presente durante todo el año, aunque con un máximo en abril. Empero, la información sobre su biología reproductiva es escasa o inexistente en el caso de muchas de las especies, por lo que los periodos y la distribución descritos pudieran considerarse como una aproximación sobre sus sitios y épocas de reproducción. Las larvas del género *Bairdiella* probablemente pertenezcan a cualquiera de las dos especies presentes en el área de estudio (*B. armata* o *B. incistia*); las de *Umbrina* sp. a *U. anales*, *U. bussingi*, *U. dorsalis* o *U. xanti*; las de *Micropogonias* sp., a *M. altipinnis, M. ectenes* y *M. magalops*; y las larvas de *Menticirrhus* sp. a *M. undulatus, M. paitensis, M. nasus* y *M. elongatus*, las especies registradas en la zona (Chao, 1995); de las cuales sólo se conocen las larvas de *M. undulatus*, recolectadas de junio a octubre (Moser, 1996b).

Los huevos de *Chaetodipterus zonatus* han sido recolectados en verano en Bahía Magdalena (Martínez-Pecero *et al*., 1990), mientras que en este trabajo las larvas se registraron en septiembre. La presencia de larvas de *Sphyraena ensis* en junio es consistente con los antecedentes que indican la existencia de ejemplares de primavera a otoño, con un máximo en junio (Sandknop y Watson, 1996). En lo que respecta a *Paralichthys woolmani*, no se tiene algún registro de su reproducción; sin embargo, las larvas de esta especie se han recogido en abril en Bahía Magdalena (Contreras-Holguín[2], com. pers.), mientras que en el área de estudio se reportaron en mayo. En cuanto a *Sphoeroides annulatus*, los antecedentes indican que sus larvas son capturadas en verano (Watson, 1996c), como se observó en este trabajo.

Conclusiones

a) Un alto porcentaje de larvas de peces fue identificado en el nivel de género o especie (70%). En la presente investigación, a pesar de diferir metodológicamente con respecto a trabajos anteriores, se recolectó una cantidad similar de taxones y se contribuyó con 22 nuevos registros al listado sistemático total de las larvas de peces del Pacífico Central mexicano (107 especies).
b) Las larvas recolectadas fueron de organismos cuyos adultos pertenecen a la zona de arrecifes, nerítico demersal y zona submareal e intermareal, lo cual refleja la ictiofauna de las bahías de Chamela, Santiago y Manzanillo. Las larvas de *Bregmaceros bathymaster* fueron dominantes.
c) La variación en la composición, la distribución y la abundancia del ictioplancton está relacionada con el hábitat y la época de reproducción de los adultos, aunque también los cambios ambientales influyen en la distribución espacio-temporal de las larvas de peces.
d) Durante la temporada templado-seca (noviembre-mayo) el ictioplancton fue más abundante. No obstante, la información sobre la biología reproductiva de muchas de las especies es escasa o inexistente. De tal forma, las temporadas y áreas aquí descritas pudieran ser consideradas como una primera aproximación sobre las áreas y épo-

2. M.C. Mauricio Contreras-Holguín, Investigador del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN.

cas de reproducción de los peces.

e) La presencia de especies de afinidad templada principalmente asociadas con la Corriente de California en la zona de estudio (*Engraulis mordax* y *Trachurus symmetricus*), probablemente se relaciona con un desplazamiento poblacional posterior al evento de enfriamiento La Niña, que se presentó en 1999-2000.

Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolló con el apoyo de SIMORELOS-Conacyt (clave 20000306013). Los autores desean agradecer la asesoría en la identificación y corroboración taxonómica del maestro en Ciencias Alejandro Hinojosa-Medina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR), La Paz, BCS.

Referencias bibliográficas

ACAL, E.D. 1991. Abundancia y diversidad del ictioplancton en el Pacífico Centro de México, Abril 1981. *Ciencias Marinas,* 17(1): 25-50.

ACAL, E.D. y D. Corro-Espinoza. 1994. Reproducción y distribución de peces Clupeidos en el sur del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec, México. *Rev. Biol. Trop*., 42(1/2): 239-261.

ACEVES-MEDINA, G., S.P. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R. Saldierna, D. Lluch-Belda, P.E. Smith y W. Watson. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Sci. Mar*., 67(1): 1-11.

ACEVES-MEDINA, G., A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R.J. Saldierna-Martínez y P.E. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. 2004. *J. Fish Biol*., 65: 1–16.

AHLSTROM, E.H. y O.P. Ball. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fish. Bull.,* 56: 285-402.

ALLEN, G.R. 1987. Synopsis of the circumtropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae). En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers; Biology and fisheries management*. Westview Press, Buolder. pp. 33-37.

ALLEN, G.R. 1995. Lutjanidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental.* 2 FAO, Roma, pp. 1231-1244.

AVENDAÑO-IBARRA, R., R. Funes-Rodríguez, A. Hinojosa-Medina, R. González-Armas y G. Aceves-Medina. 2004. Seasonal abundance of larvae fish in a subtropical lagoon in the west coast of the Baja California Peninsula. *Estuar. Coast. Shelf Sci*., 61:125-135.

BADÁN, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano. En: M.F. Lavín (ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México*, Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana, México. pp. 99-112.

BELTRÁN-LEÓN, B.S. y R. Ríos-Herrera. 2000. *Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano.* I y II. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Buenaventura-Colombia. 727 p.

BERRY, F.H. y I. Barrett. 1963. Gillraker analysis and speciation in the thread herring genus *Opisthonema. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull*., 7:112-190.

BLANCO-ALONSO, M.A. y J. Madrid-Hernández. 2004. *Evaluación espacio-temporal de la biomasa del fitoplancton y nutrientes en la costa central de Jalisco y Manzanillo, Colima*. Tesis de Licenciatura. CUCBA, UdeG, Jalisco, 87p.

BOLIN, R. 1936. Embryonic and early larval stages of the California anchovy. *Calif. Fish Game*, 22: 314-321.

BROGAN, M.W. 1992. *Ecology of larval fishes around reefs in the Gulf of California, México*. University of Arizona, USA. 161p.

BUSSING, W.A. 1995. Gerreidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental.* 1, FAO, Roma, pp. 1114-1128.

CADDELL, S.M. 1988. Early life history descriptions of the deepbody and slough anchovies with comparisons to the northern anchovy (Family Engraulidae). *Bull. Mar. Sci*., 42(2):273-291.

CHAO, N.L. 1995. Sciaenidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. 2, FAO, Roma. pp. 1427-1518.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr, J. Mimbela-López, A. Garcia-Boa, L.F. Obregón-Alcaraz y E. Girón-Botello. 1991. *Biología reproductiva de tres especies del género* Lutjanus *en la costa de Colima, México*. Inf. Conacyt, clave PO2PCCPR892739, México. 118 p.

ESCHMEYER, W.N. 1998. Catalog of fish. Genera of fishes species and genera in a classification. *Calif. Acad. Sci.*, 2:1822-2905.

ESCHMEYER, W.N., E.S. Herald y H. Hammann. 1983. *A field guide to Pacific coast fishes, North America*. Houghton Mifflin Co., Boston. 336p.

FILONOV, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzón, M.E. Gonzáles-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(2):303-321.

FISCHER, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. FAO, Roma. 1813p.

FLORES-VARGAS, R., M.C. Navarro-Rodríguez, S. Hernández-Vázquez, R. Saldierna-Martínez y R. Funes-Rodríguez. 2004. Distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en la costa de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol*., 38(2):65-80.

FRANCO-GORDO, C., R. Flores-Vargas, C. Navarro-Rodríguez, R. Funes-Rodríguez y R. Saldierna-Martínez. 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México (diciembre 1995 a diciembre 1996). *Ciencias Marinas*, 25(1):107-118.

FRANCO-GORDO, C., E. Godínez-Domínguez y E. Suárez-Morales. 2002. Larval fish assemblages in waters off the central Pacific coast México. *J. Plank. Res.,* 24(8):775-784.

FRANCO-GORDO, C., E. Godínez-Domínguez, E. Suárez-Morales y L. Vásquez-Yeomans. 2003. Diversity of ichthyoplankton in the central Mexican Pacific: a seasonal survey. *Estuar. Coast. Shelf Sci*., 57:111-121.

FRANCO-GORDO, C., E. Suárez-Morales, E. Godínez y R. Flores-Vargas. 2000. A seasonal survey of the fish larvae community of the central Pacific coast of México. *Bull. Mar. Sci*., 67:1-14.

FUNES-RODRÍGUEZ, R. y A. Esquivel-Herrera. 1985. Determinación de las principales características que permiten la identifica-

ción de las larvas de *Opisthonema* spp. en la costa occidental de Pacífico de Baja California Sur. *Inv. Mar. CICIMAR,* 2(2):77-85.

Funes-Rodríguez, R. y A. Esquivel-Herrera. 1988. Comparison of the meristic, morphometric characters and pigmentation patterns in the *Opisthonema* Gill, 1861 genus larvae, in northwestern México. *Ciencias Marinas*, 14:51-68.

Funes-Rodríguez, R., C. Flores-Coto, A. Esquivel-Herrera, M.A. Fernández-Alamo y A. Gracia-Gasca. 2002. Larval fish community structure along the west coast of Baja California during and after El Niño event (1982-1983). *Bull. Mar. Sci*., 70(1):41-54.

Funes-Rodríguez, R., A. Hinojosa-Medina, G. Aceves-Medina, R. Saldierna-Martínez y M. Hernández-Rivas. 2004. Diagnosis taxonómica y distribución de la abundancia de los primeros estadios de vida de los peces pelágicos menores. En: C. Quiñónez-Velázquez y J. F. Elorduy-Garay (eds.). *Ambiente y pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México.* CICIMAR-IPN. La Paz. pp. 27-56.

González-Armas, R., R. Funes-Rodríguez y V. Levy-Pérez. 1993. Primer registro de larvas de marlin rayado (*Tetrapturus audax*), (Scombroidei: Istiophoridae) en las costas de Jalisco, Pacífico oriental de México. *Rev. Biol. Trop.*, 41(3):919-920.

Green-Ruíz, Y.A. y A. Hinojosa-Corona. 1997. Study of the area of the Northern anchovy in the Golfo of California from 1990 to 1994, using satellite images of sea surface temperatures. *J. Plank. Res*., 19(8):957-968.

Hammann, G., y M.A. Cisneros-Mata. 1989. Range extension and commercial capture of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish Game*, 75:49-53.

Hinojosa-Medina, A. 2004. *Bahía de La Paz; hábitat de desove de peces de la familia Clupeidae*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, La Paz.107p.

Inegi. 1981. *Síntesis Geográfica de Jalisco*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.306 p.

Kendall, A.W. y A.C. Matarese. 1994. Status of early life history descriptions of marine teleosts. *Fish. Bull*., 92:725-736.

Martínez-Pecero, R.E., E. Matus-Nivón, R. Ramírez-Sevilla, P. I. Hernández-Ceballos y M. Contreras-Olguín. 1990. Huevo, larva y juvenil del peluquero *Chaetodipterus zonatus* (Girard) (Pisces: Ephippididae). *Rev. Biol. Trop*., 38(1):71-78.

Matarese, A.C., A.W. Kendal Jr., D.M. Blood y B.M. Vinter. 1989. *Laboratory guide to early life history stages of northeast Pacific fishes*. EU Dep. Commer., NOAA. Tech. Rep. NMFS 80, USA. 652p.

McKay, R.J. y M. Schneider. 1995. Haemulidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. I FAO, Roma. pp. 1136-1173.

Moser, H.G. (ed.). 1996a. The early stages of fishes in the California Current Region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas 33*, 1505p.

Moser, H.G. 1996b. Sciaenidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current Region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33:*1017-1033.

Moser, H.G., E.H. Ahlstrom, D. Kramer y E.D. Stevens.1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep., 17*:112-130.

Moser, H.G., R.L. Charter, P.E. Smith, D.A. Ambrose, S.R. Charter, C.A. Meyer, E.M. Sandknop y W. Watson. 1993. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: taxa with 1000 or more total larvae, 1951 through 1984. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 31*, 233p.

Navarro-Rodríguez, M.C., S. Hernández-Vázquez, R. Funes-Rodríguez, y R. Flores-Vargas. 2001. Distribución y abundancia de larvas de peces de la familia Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima. *Bol. Centro Invest. Biol*., 35(1):1-24.

Nelson, G.J. 1994. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Nueva York. 600p.

Ríos-Jara, E., E. Juárez-Carrillo y M. Pérez-Peña. 1996. *Panorama de la pesca en la zona costa de Jalisco*. Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Jalisco, Jalisco. 59p.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo y E. López-Uriarte. 2001. *Recursos pesqueros de la costa de Jalisco*. Univ. de Guadalajara, Jalisco.159p.

Rodríguez-Domínguez, G. 1987. *Caracterización bioecológica de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate, O. medirastre *y* O. bulleri*) del Pacífico mexicano*. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada. 139p.

Sandknop, E.M., y W. Watson. 1996. Sphyraenidae. En: H.G. Moser (ed.). *The early stages of fishes in the California Current region. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas*, 33:1250-1255.

Saucedo-Lozano, M., E. Godínez-Domínguez, R. García de Quevedo-Machaín y G. González-Sansón. 1998. Distribución y densidad de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1992) (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 24(4):409-423.

Sepesca. 1994. *Atlas pesquero de México*. INP-Secretaría de Pesca. México. 234p.

Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1977. Standard techniques for pelagic fish and larva survey. *FAO Fish. Tech. Pap*. 175. Roma. 99p.

Smith-Vaniz, W.F. 1995. Carangidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. I* FAO, Roma. pp. 940-986.

Watson, W. 1996a. Gerreidae. En: H. G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33*:998-1001.

Watson, W. 1996b. Haemulidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33*:1002-1011.

Watson, W. 1996c. Tetraodontidae. En: H. G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33:*1428-1433.

Watson, W. y M.W. Brogan. 1996. Lutjanidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33*:977-989.

Watson, W., S.R. Charter, H.G. Moser, D.A. Ambrose y E.M. Sandknop. 1996. Carangidae. En: H. G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region*. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33*:914-953.

Watson, W. y E.M. Sandknop. 1996. Engraulidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas, 33*:173-183.

Wyrtki, K. 1965. *Summary of the physical oceanography of the eastern Pacific ocean.* Ins. Mar. Res. Oceanogr. Universidad de California, San Diego. Ref. 65-10, 78p.

Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol., Annu. Rev*. 4:33-68.

Distribución y abundancia de las larvas de peces perciformes y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México

María del Carmen Navarro Rodríguez[*]
Ramiro Flores Vargas[**]

Resumen

Se analizaron la distribución y la abundancia de las larvas de algunas espaecies de serránidos, haemúlidos, sciaénidos, carángidos y lenguados en relación con la temperatura, la salinidad y la biomasa zooplanctónica, en 12 estaciones ubicadas sobre la plataforma continental de Jalisco y Colima de diciembre de 1995 a diciembre de 1996. Las muestras (N = 264) se obtuvieron por arrastres oblicuos con una red bongo. Se identificaron dos especies de la familia Serranidae, siete de la Carangidae, una de la Sciaenidae, tres organismos de la familia Haemulidae, 11 especies de la Bothidae, cinco de la Paralichthyidae y cuatro de la familia Cynoglossidae. Las larvas de sciaénidos y haemúlidos, así como las de *Symphurus elongatus*, *S. chabanaudi, S.atramentatus* y *S. williamsi* se recolectaron cuando la temperatura fue templada (22-26 °C) y la biomasa zooplanctónica elevada (>1500 ml·1000 m^{-3}). Las larvas de los carángidos, dos especies de serránidos y de los lenguados *Syacium ovale* y *Etropus crossotus* se observaron cuando la temperatura fue mayor a 27 °C y la biomasa del zooplancton menor a 1 000 ml·1 000 m^{-3}. La abundancia de las larvas fue mayor cerca de la costa, en particular las de Sciaenidae, Haemulidae, Bothidae y Paralichthyidae, mientras que las de *Caranx caballus*, *C. sexfasciatus*, *S. chabanaudi*, *S. atramentatus* y S. *williamsi*, en las estaciones cercanas al borde de la plataforma continental.

Palabras clave: Larvas de peces, perciformes, pleuronectiformes, Jalisco, Colima, México.

Introducción

En el estudio de los recursos pesqueros, los análisis del ictioplancton proporcionan información sobre la composición específica y la abundancia de los peces de importancia comercial, también permiten determinar las áreas y épocas de desove, identificar nuevos recursos, así como describir los primeros estadios de vida de los organismos, entre otros aspectos que se pueden analizar con esta clase de trabajos (Smith y Richardson, 1979; Saldierna y Vera, 1993).

En la región de Jalisco y Colima, los pescadores ribereños se concentran en la extracción de peces de la familia Lutjanidae (nueve especies), seguidos en orden de importancia por miembros de las familias Haemulidae (15 especies), Serranidae (13 especies), Carangidae (17 especies) y Sciaenidae (seis especies) (Espino-Barr *et al.*, 2003). Estas familias, que pertenecen al orden de los perciformes (suborden Percoidei), son recursos pesqueros valiosos en el Pacífico centro-oriental (Heemstra, 1995; Chao, 1995; Smith-Vaniz, 1995; McKay y Schneider, 1995). Otros peces de interés comercial son los representantes del orden de los pleuronectiformes, estos organismos también forman parte de la fauna de acompañamiento del camarón (Van der Heiden, 1985; Van der Heiden y Mussot-Pérez, 1995; Coronado-Molina y Amezcua–Linares; 1988; Aguilar-Palomino *et al.,* 1996; Mariscal-Romero *et al.,* 1998) y son un componente relevante de la cadena alimentaria de los ecosistemas marinos (Tucker, 1982).

Sin embargo, a pesar de la importancia de los peces de estos dos órdenes, los estudios sobre sus primeras fases de vida son escasos (Navarro-Rodríguez *et al.,* 2001), por lo que en este trabajo se describieron los patrones de distribución y abundancia de las larvas

* Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta. Departamento de Ciencias, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203. Delegación Ixtapa, Puerto Vallarta. CP 48280, Jalisco, México. Correo electrónico: carmenna@universo.com.

** Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de Guadalajara. Gómez Farías 82, San Patricio-Melaque, Jalisco. Correo electrónico: rflores@costera.melaque.udg.mx

de algunas especies pertenecientes a estos dos grupos, sobre la plataforma continental de Jalisco y Colima, y se analizó su relación con la biomasa, la temperatura y la salinidad durante un ciclo anual.

Métodos y materiales

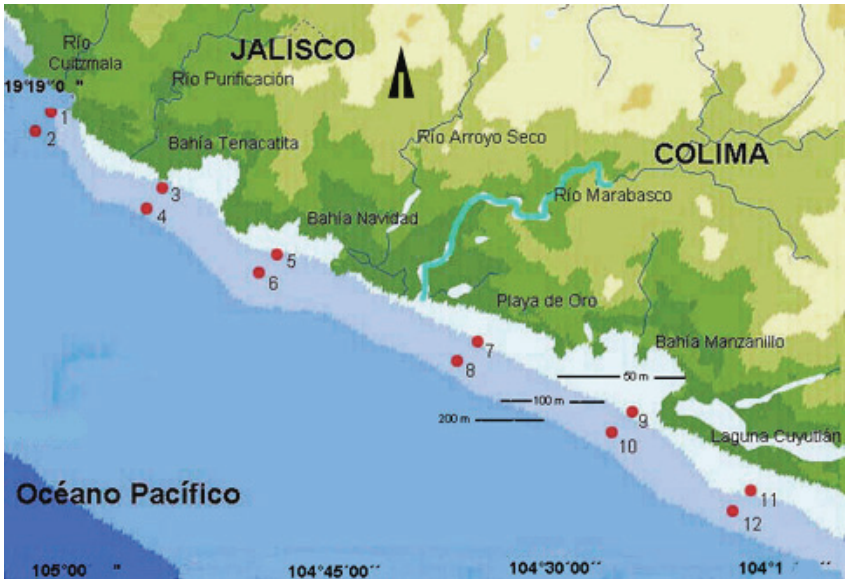
El área de estudio (Fig. 1) comprende una franja de 414 km^2 sobre la plataforma continental, que se extiende entre Punta Farallón en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco (19° 19' 077" N y 105° 00' 281" O), y Cuyutlán, Colima (18° 58' 249" N y 104°13' 514" O). En el área desembocan varios ríos (Cuitzmala, Purificación, Arroyo Seco y Marabasco) que presentan escurrimientos entre 240 y 760 m^3 (Navarro-Rodríguez *et al.,* 2001). La circulación oceánica ha sido descrita con base en la temporalidad de los grandes procesos de circulación superficial del Pacífico oriental (Wyrtki, 1966; Badan, 1997).

Se realizaron once cruceros oceanográficos con periodicidad mensual, desde diciembre de 1995 a diciembre de 1996, frente a las costas de Jalisco y Colima a bordo del barco de investigación pesquera *BIP-V*, del Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara. En cada crucero se recolectaron muestras en 12 estaciones, ubicadas en pares (con una distancia entre ellas de 3 km) sobre seis transectos perpendiculares a la línea de costa con una distancia promedio de 15 km entre ellos. Las estaciones más cercanas a la costa fueron denominadas como *costeras internas* (1, 3, 5, 7, 9 y 11) y la profundidad del área en la que se ubicaron variaba entre 50 y 60 m; las más alejadas (2, 4, 6, 8, 10 y 12) se establecieron a una distancia de 2.5 mn de la orilla, allí la profundidad era de 90 a 100 m (Fig. 1) y fueron designadas como *costeras externas*.

Se obtuvieron 264 muestras de zooplancton mediante arrastres oblicuos realizados sobre una trayectoria semicircular, con una red tipo bongo de 3 m de largo y 0.6 m de diámetro en cada boca, provista de mangas de 333 y 505 μm de luz de malla, y equipadas con un flujómetro digital; los arrastres fueron nocturnos y se realizaron hasta una profundidad máxima de 150 m. Las muestras de plancton fueron preservadas con formalina a 4% y neutralizadas con una solución saturada de borato de sodio para su conservación final. En cada estación de muestreo también se obtuvieron los datos de temperatura y salinidad entre la superficie y 100 m de profundidad, con un equipo SBE 19 Seabird Profiler. En los cruceros de enero y febrero no se obtuvieron datos oceanográficos por fallas en los aparatos de medición, y los de agosto y septiembre fueron cancelados por mal tiempo.

La biomasa del zooplancton se determinó mediante el método de volumen desplazado (Beers, 1976), y fue expresada como mililitros de biomasa por cada 1 000 m^3 de agua filtrada (Smith y Richardson, 1979). El ictioplancton fue separado y las larvas identificadas hasta la categoría de especie, cuando fue posible, con las claves de Moser (1996 a), principalmente. También se utilizó la bibliografía especializada; en el caso de la familia Carangidae se utilizó la de Sumida *et al.* (1985)

Figura 1
Área de estudio y plan de estaciones de muestreo en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



y Watson *et al*. (1996); para Haemulidae y Sciaenidae se empleó la de Moser (1996b) y Watson (1996); para la familia Paralichthydae, se consultó a Moser y Sumida (1996); para Bothidae a Moser y Charter (1996); mientras que para Cynoglossidae los textos de Charter y Moser (1996) y Aceves-Medina *et al.* (1999).

La abundancia de los organismos recolectados con la manga de 505 μm de luz de malla, se estandarizó a 10m^2 de superficie marina (Smith y Richardson, 1979); posteriormente se calculó la frecuencia de aparición y la abundancia relativa; se excluyeron los organismos cuya frecuencia fue menor a 5%. Los resultados se presentan por mes y por estación del año, por lo que los datos se sumaron por trimestre. Para el invierno se utilizó la información de diciembre, enero y febrero; para la primavera los de marzo, abril y mayo, y así sucesivamente para el verano y el otoño.

Se aplicaron análisis de varianza (ANDEVA) a los datos modificados con una transformación logarítmica, para comparar la abundancia entre los sitios de muestreo y épocas del año. Este método se aplicó sobre el supuesto de que, dado el tipo de distribución del plancton, las muestras son independientes. Por otro lado, el método de correlación por rangos de Spearman (Zar, 1996) se utilizó para relacionar la abundancia contra la temperatura y la salinidad.

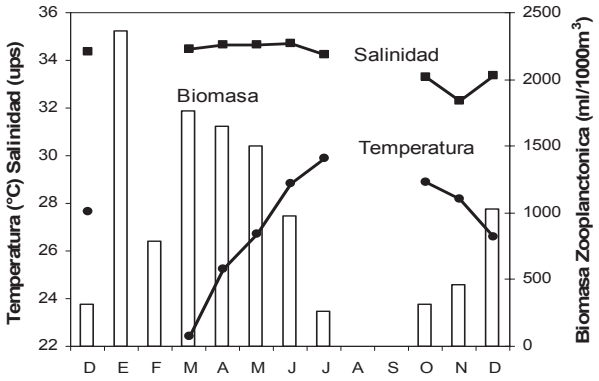
Resultados

Temperatura, salinidad y biomasa zooplanctónica

La temperatura superficial marina fue menor durante la primera mitad del año, correspondiente al periodo de menor influencia de la corriente cálida del sur; la temperatura mínima (22.4 °C) fue registrada en marzo, y la máxima (28.8 °C) en julio y octubre (Fig. 2). La distribución de la temperatura entre el norte y el sur del área de estudio, así como entre las estaciones internas y externas, presentó muy poca variación (Figs. 3 y 4). Durante el invierno en las estaciones cercanas a la costa, la termoclina se ubicó aproximadamente a los 30 m de profundidad, mientras que en las externas a los 35 m. En el verano, la termoclina fue más profunda, por lo que en las estaciones costeras internas se encontró entre los 20 y 60 m y el gradiente máximo a los 35 m, en tanto que en las externas se localizó a los 40 m. La temperatura superficial, la salinidad y la biomasa zooplanctónica presentaron variaciones que aparentemente están relacionadas con el patrón estacional de corrientes del Pacífico oriental.

La salinidad fue mayor a 34 ups en el primer semestre del año, mientras que en los meses restantes fue más variable (32.25-34.2 ups) como resultado del aporte de agua dulce por la lluvia (Fig. 2). En el otoño se registraron las máximas diferencias en esta variable (30 a 35 ups) y los sitios donde se presentaron esos gradientes fueron Barra de Navidad y la laguna de Cuyutlán, donde el escurrimiento es mayor.

Figura 2
Variación mensual de la temperatura superficial del mar (°C) promedio, salinidad (ups), y biomasa del plancton (ml·1000 m^{-3}) en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



La biomasa del zooplancton fue elevada durante la primera mitad del año (>1500 ml·1000 m^{-3}) y disminuyó significativamente en el segundo semestre (<1000 ml·1000 m^{-3}), como se aprecia en las *figuras 2*, *3* y *4*. La abundancia decreció de las estaciones internas hacia las externas, en particular en las inmediaciones de la laguna de Cuyutlán y la bahía de Manzanillo durante primavera y otoño (Figs. 3 y 4).

Listado Taxonómico

En las 264 muestras recolectadas se registraron 119 735 larvas de peces; se identificaron especímenes de dos especies de la familia Serranidae, siete de la familia Carangidae, seis de las cuales fueron determinadas hasta la categoría de especie y dos hasta la de genero, una de la familia Sciaenidae dos especies de la familia Bothidae, cinco de la Paralichthyidae y cuatro especies de la Cynoglossidae. En el caso de los haemúlidos, sólo fueron determinados hasta familia. La ubicación taxonómica de los organismos fue la siguiente:

Clase Actinopterygii
Subclase Neopterygii
Orden Perciformes
Suborden Percoidei
Familia Serranidae
Paranthias colonus (Valenciennes, 1846)
Pseudogramma thaumasium (Gilbert, 1890)

Figura 3

Distribución de: a) temperatura superficial del mar (°C), b) salinidad (ups), y c) biomasa del plancton (ml·1000 m^{-3}), en las estaciones costeras internas en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996

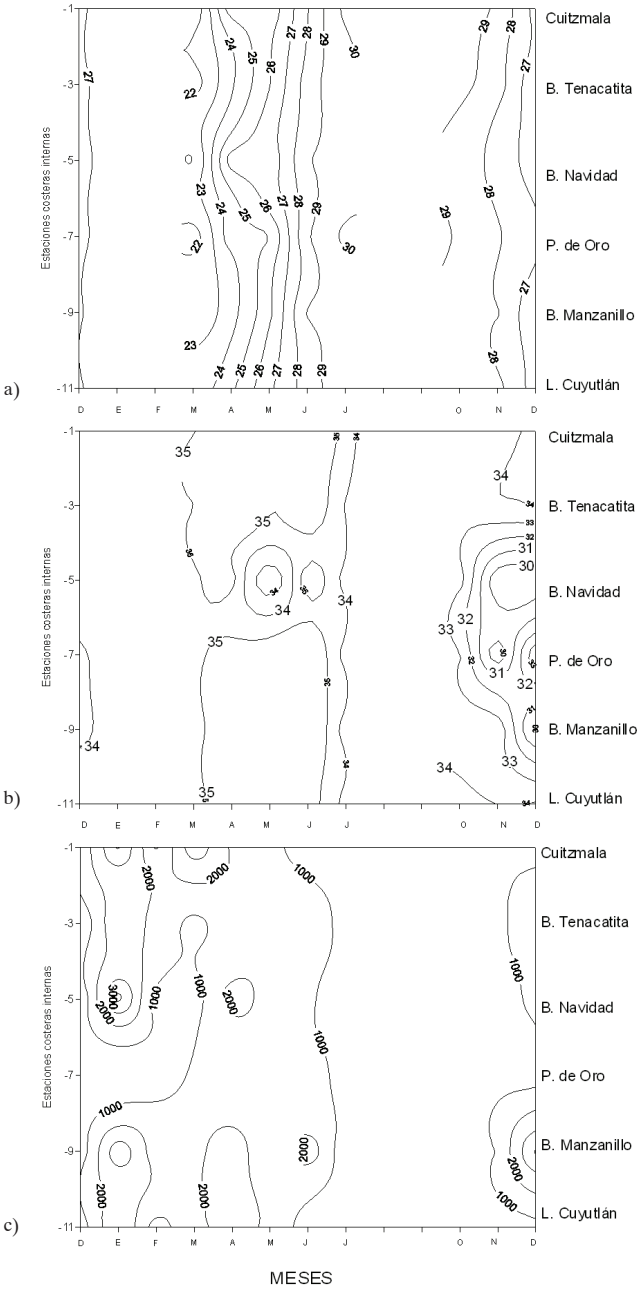
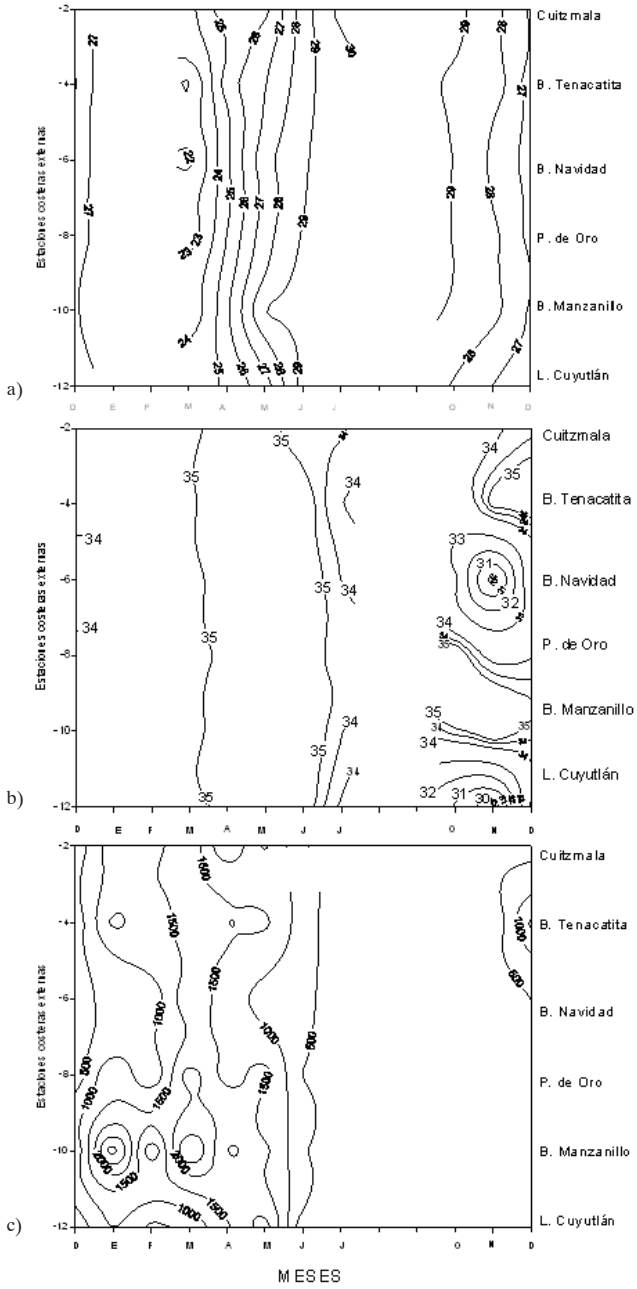


Figura 4

Distribución de: a) temperatura superficial del mar (°C), b) salinidad (ups) y c) biomasa del plancton (ml·1000 m^{-3}), en las estaciones costeras externas en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



Familia Carangidae
Caranx caballus (Günther, 1868)
Caranx sexfasciatus (Quoy y Gaimard, 1824)
Chloroscombrus orqueta (Jordan y Gilbert, 1882)
Decapterus sp.
Selene brevoortii (Gill, 1863)
Seriola sp.
Trachinotus rhodopus (Gill, 1863)
Familia Haemulidae
Especies 1, 2 y 3
Familia Sciaenidae
Roncador stearnsii (Steindachner, 1875)
Orden Pleuronectiformes
Suborden Pleuronectoidei
Familia Bhothidae
Bhotus leopardinus (Günther, 1862)
Engyophrys sanctilaurentia (Jordán y Bollman, 1890)
Familia Paralichthyidae
Citharichthys platophrys (Gilber, 1891)
Citharichthys sp.
Etropus crossotus (Jordán y Gilbert, 1882)
Syacium ovale (Günther, 1864)
Paralichthys woolmani (Jordan y Williams, 1897)
Suborden Soleide
Familia Cynoglossidae
Symphurus atramentatus (Robin y Bollman, 1890)
Symphurus chabanaudi (Mahandeva y Mun roe, 1990)
Symphurus elongatus (Günther, 1868)
Symphurus williamsi (Jordan y Culver, 1895)

Algunos ejemplos de las larvas encontradas se muestran en la *figura 5.*

Abundancia de las larvas

De 63 304 larvas de peces recolectadas con la red de 505 μm, menos de 0.90% correspondió a los perciformes (Serranidae, Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae); la abundancia larval estandarizada fue de 2197.29 larvas·10m^{-2} de superficie marina, de las cuales 1.73 organismos correspondieron a la familia Serranidae, 313.76 a la familia Carangidae, 50.07 a la familia Haemulidae y 1831.73 a la Sciaenidae. Los pleuronectiformes representaron 0.36% del total de los organismos y su abundancia estandarizada fue de 930.67 larvas·10m^{2}, de las cuales 22.93 correspondieron a la familia Bothidae, 363 a la Paralichthyidae y 544.74 a la familia Cynoglossidae.

La familia Sciaenidae presentó la abundancia (85.95%) y la frecuencia de aparición (48.48%) más elevadas, en tanto que la familia Bothidae registró los valores más bajos (2.4 y 5.2% respectivamente), como se aprecia en la *tabla 1*.

Distribución y abundancia de las larvas de peces

Se presenta la distribución de las especies y familias con mayor frecuencia de aparición y abundancia.

Familia Haemulidae. Los haemúlidos son peces tropicales y subtropicales que forman cardúmenes y habitan en aguas costeras someras, en áreas de arrecife y pastos marinos (Watson, 1996). Estas larvas (ejemplificadas en la *figura 5a*) se colectaron en diciembre de 1995, cuando estuvieron ampliamente distribuidas (30.63 organismos·10 m^{-2}); en tanto que en abril y mayo se localizaron en las estaciones internas establecidas frente a la bahía de Navidad y la bahía de Manzanillo (Figs. 6a, 7a y 7c). Sólo fue posible identificarlas hasta la categoría de familia porque las larvas de numerosas especies de esta familia, incluyendo las de origen tropical, no han sido descritas (Watson, 1996; Moser, 1996a); sin embargo, pudieran corresponder a *Haemulopsis axillaries, Microlepidotus brevipinnis, M. inornatus y Xenichthys xanti,* las cuales han sido recolectadas en la misma área por Aguilar-Palomino *et al.* (1996). Por otro lado, la talla de las larvas se encontró entre los dos y los cuatro milímetros (Fig.12 a).

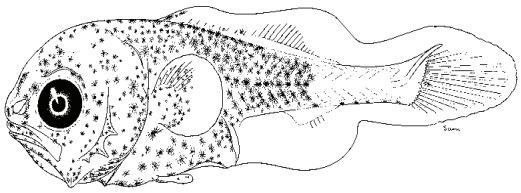
Familia Sciaenidae. Los sciaénidos son demersales, cosmopolitas y muy abundantes; se distribuyen principalmente en aguas tropicales y subtropicales, a excepción de algunas especies de agua dulce y aquellas que presentan afinidad estuarina (Olvera *et al.,* 1988; Moser, 1996b). Las larvas de esta familia (Fig. 5b) fueron las más comunes, con un promedio de 307.56 organismos·10 m^{-2}. La abundancia máxima se registró en primavera (1 196.32 organismos·10 m^{-2}), particularmente en abril (Fig. 6b). Las larvas estuvieron ampliamente distribuidas en el área de estudio, aunque fueron más numerosas en las estaciones internas (Fig. 7b); en abril hubo dos sitios de alta densidad (Cuitzmala y bahía de Manzanillo). En las estaciones externas se registraron las menores abundancias durante junio en Cuitzmala, bahía de Navidad, bahía de Tenacatita, Playa de Oro y bahía de Manzanillo (Fig. 7d). Por otro lado, las tallas variaron entre uno y 22 mm (Fig. 12 a).

Las larvas de las especies que componen esta familia tampoco no han sido descritas en su totalidad; pero es probable que los organismos capturados en el presente trabajo pudieran pertenecer a las especies *Cynoscion nannus*, *Ophioscion* sp., *O. scireus, O. strabo* y *Umbrina xanti*, que colectadas en esta misma zona por Aguilar-Palomino *et al.* (1996).

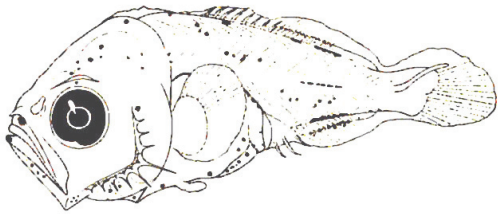
Figura 5
Ejemplos de larvas de haemúlidos, sciánidos, carángidos y lenguados



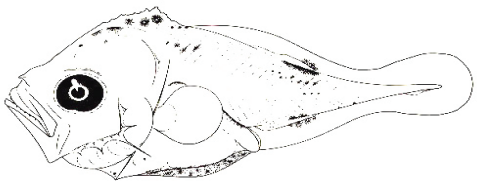
a) Haemulidae



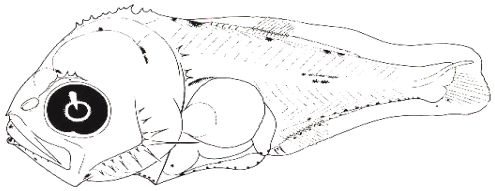
b) Sciaenidae



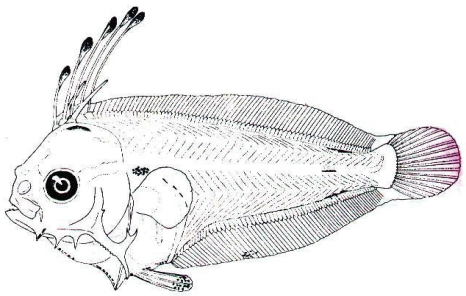
c) *Caranx caballus*



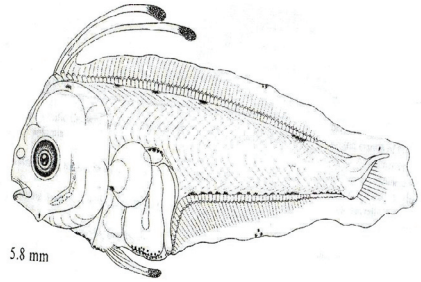
d) *Caranx sexfasciatus*



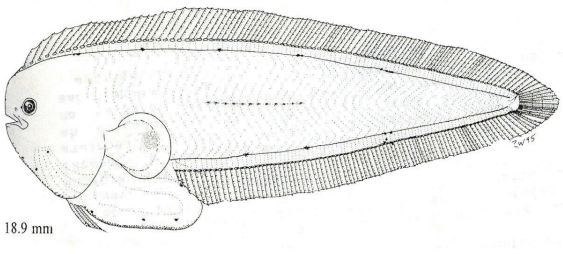
e) *Chloroscombrus orqueta*



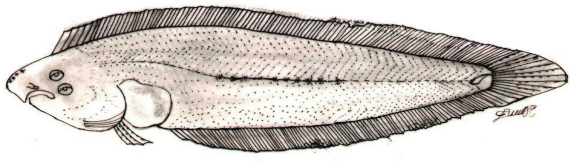
f) *Syacium ovale*



g) *Etropus crossotus*



h) *Symphurus elongates*



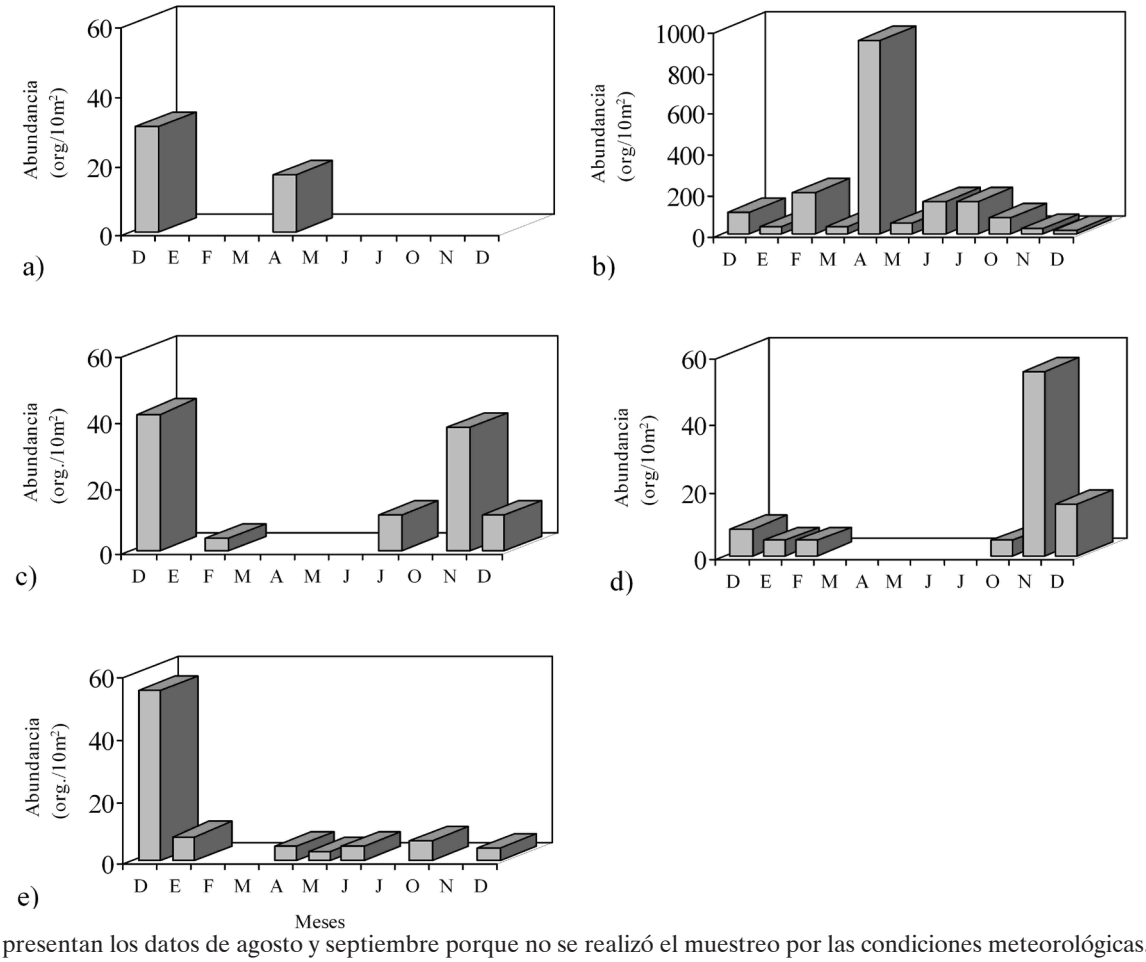
i) *Symphurus chabanaudi*



j) *Symphurus williamsi*

Fuente: Moser, 1996a. Los dibujos de *S. chabanaudi* y *S. williamsi* son de prejuveniles (de Sánchez-Flores).

Figura 6
Variación mensual de la abundancia de larvas de las familias a) Haemulidae, b) Sciaenidae y las especies c) *Caranx caballus*, d) *Caranx sexfasciatus* y e) *Chloroscombrus orqueta* en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



No se presentan los datos de agosto y septiembre porque no se realizó el muestreo por las condiciones meteorológicas.

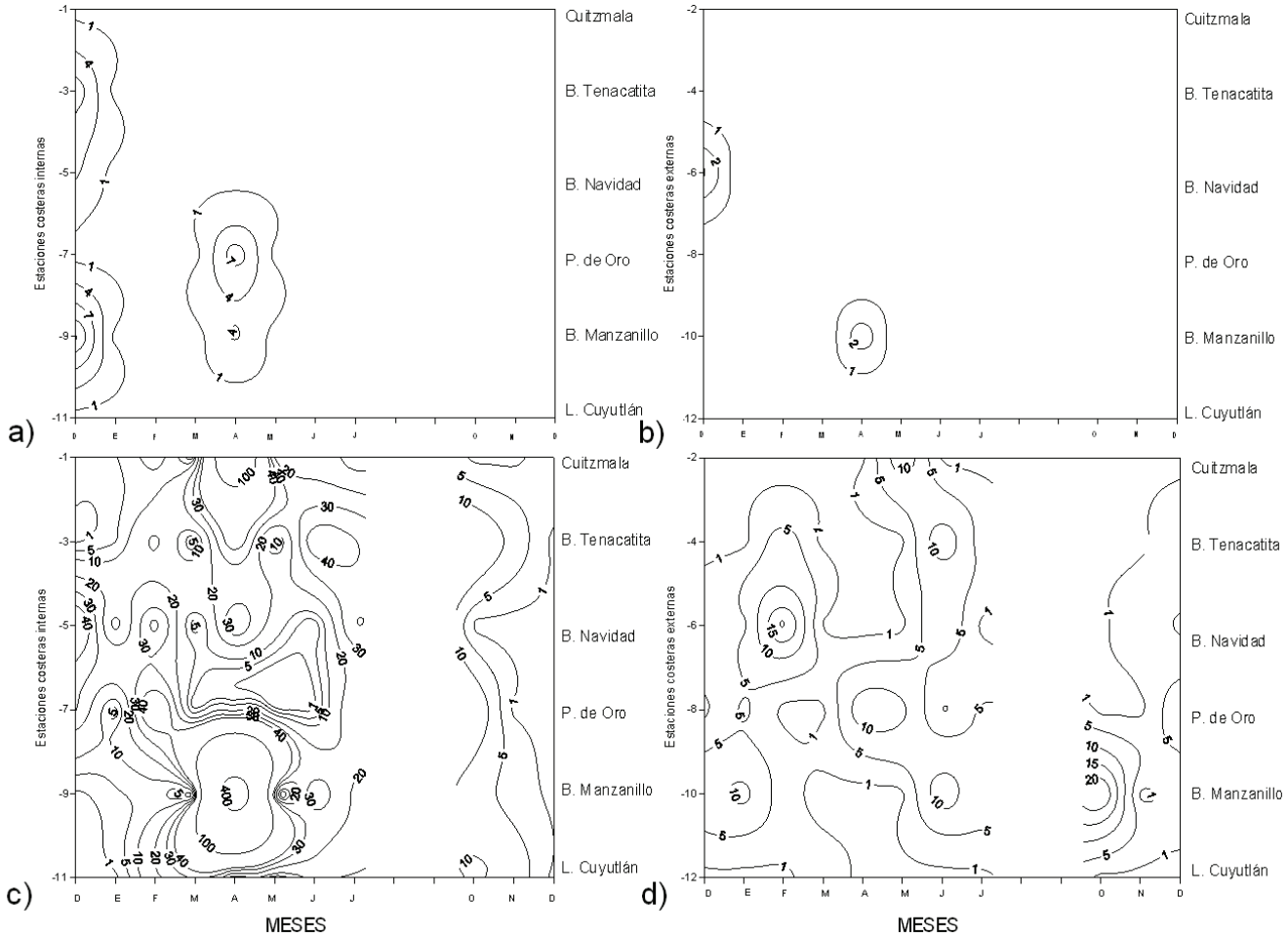
Familia Carangidae. Los miembros de esta familia se distribuyen ampliamente alrededor del mundo y tienen gran importancia comercial porque se utilizan para consumo humano. En el área de estudio se localizaron larvas de tres especies, mismas que a continuación se describen.

Caranx caballus. Estas larvas (Fig. 5c) fueron colectadas principalmente durante el otoño (90.29 organismos·10 m^{-2}), aunque también se presentaron en invierno (diciembre–febrero) y verano (julio) (Fig. 6c), en tanto que en primavera estuvieron ausentes. Las larvas fueron detectadas en las estaciones internas y en las externas (Fig. 8a y c); empero, su mayor densidad fue registrada en estas últimas, principalmente frente a bahía de Navidad y en menor cantidad en bahía de Manzanillo, Cuitzmala, bahía de Tenacatita y laguna Cuyutlán. En las estaciones internas la abundancia fue mayor en bahía de Navidad, bahía de Manzanillo y Cuitzmala (Fig. 8a). Las tallas variaron entre dos y nueve milímetros (Fig. 12a).

Caranx sexfasciatus. Estas larvas (Fig. 5d), como las de *C. caballus,* fueron colectadas principalmente en otoño e invierno (92.02 organismos·10 m^{-2}) (Fig. 6d), cuando se distribuyeron en forma de parches a lo largo del área de estudio. Entre bahía de Navidad y Playa de Oro se observó una agregación durante todo el periodo de estudio (Figs. 8b y d), que fue más notable en las estaciones externas en el otoño (75.07 organismos·10 m^{-2}) y menos evidente en el invierno (Fig. 8d). Las tallas mínimas fueron de dos milímetros y las máximas de cuatro milímetros, mientras que la más común fue de tres milímetros (Fig. 12a).

Chloroscombrus orqueta (Fig. 5e). Esta especie estuvo presente la mayor parte del año, excepto en verano; la abundancia máxima se presentó en diciembre (58.5 organismos·10 m^{-2}), mientras que el resto

Figura 7
Distribución de la abundancia de larvas de las familias Haemulidae y Sciaenidae en estaciones costeras internas (a, b) y externas (c, d) en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



del año varió alrededor de 26.64 organismos·10 m^{-2} (Fig. 6e). Se colectaron principalmente en las estaciones internas (Fig. 9a); se observó un núcleo de mayor densidad (15 larvas) frente a bahía de Manzanillo y laguna de Cuyutlán, y una concentración menor en bahía de Navidad. Las densidades más bajas fueron registradas en las estaciones externas ubicadas frente a laguna Cuyutlán y bahía de Tenacatita (Fig. 9b). Estos organismos presentaron tallas variables entre dos y 10 mm de longitud (Fig. 12 a)

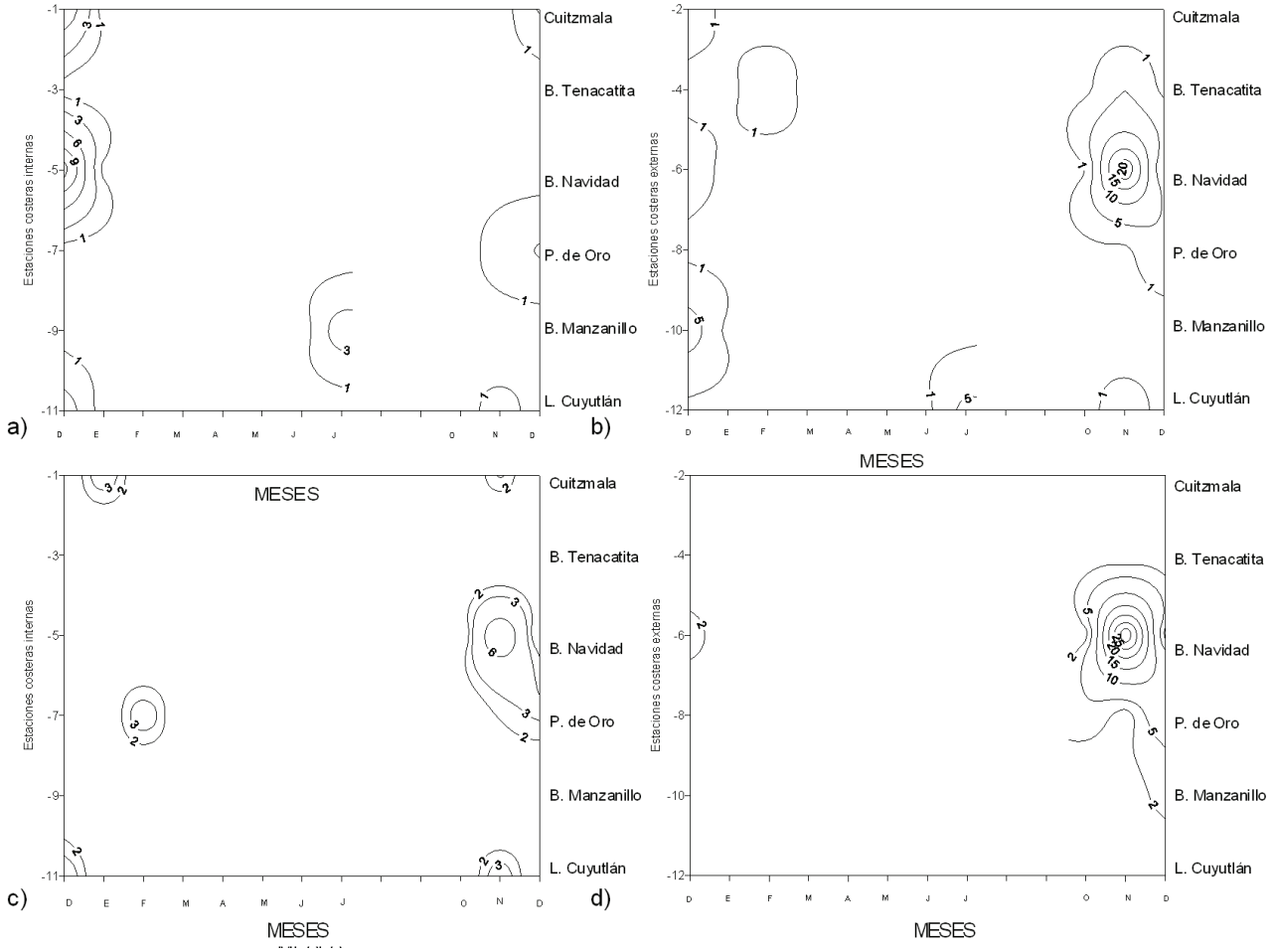
Otras especies de carángidos que estuvieron presentes en el área de estudio, pero que por sus pocas frecuencia y abundancia (3-6 larvas·10m^2) se mencionan de manera general, fueron: *Decapterus* sp., recolectada en julio y octubre con una talla promedio de 5 mm; *Selene brevoortii,* capturada en diciembre de 1995 y octubre de 1996, las tallas de los tres organismos capturados fueron de 3.0, 4.5 y 15.0 mm de longitud; *Trachinotus rhodopus* se registró únicamente en diciembre de 1996 con una talla de 3.5 mm; y *Seriola sp.* que fue registrada en las estaciones externas.

*Familia Serranidae***.** Los serránidos *Paranthias colonus* (4.4 larvas·10 m^{-2}) y *Pseudogramma thaumasium* (3.2 larvas·10 m^{-2}) fueron recolectados en octubre y diciembre de 1995 y sus tallas promedio fueron de seis y 11 mm, respectivamente.

Familia Paralichthyidae. Este grupo es de amplia distribución en la mayoría de los océanos del mundo; en el Pacífico central mexicano se encuentran 19 especies de afinidad tropical o subtropical (Moser y Sumida, 1996).

Syacium ovale. Especie conocida como lenguado ovalado (Fig. 5f), presentó una frecuencia de aparición constante en todos los meses de muestreo, la

Figura 8
Distribución de la abundancia de larvas de las especies de *Caranx caballus* y *Caranx sexfasciatus* en estaciones costeras internas (a, b) y externas (c, d) en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



abundancia fue mayor en invierno y verano, aunque el promedio mensual fue de 233.06 organismos·10 m^{-2} (Fig. 10 a). Las áreas de mayor concentración fueron bahía de Tenacatita, bahía de Navidad, Playa de Oro y bahía de Manzanillo, principalmente en las estaciones internas (Fig. 11 a). Las tallas de las larvas fueron de aproximadamente 2.5 mm y las de los juveniles de 30 mm (Fig.12 b).

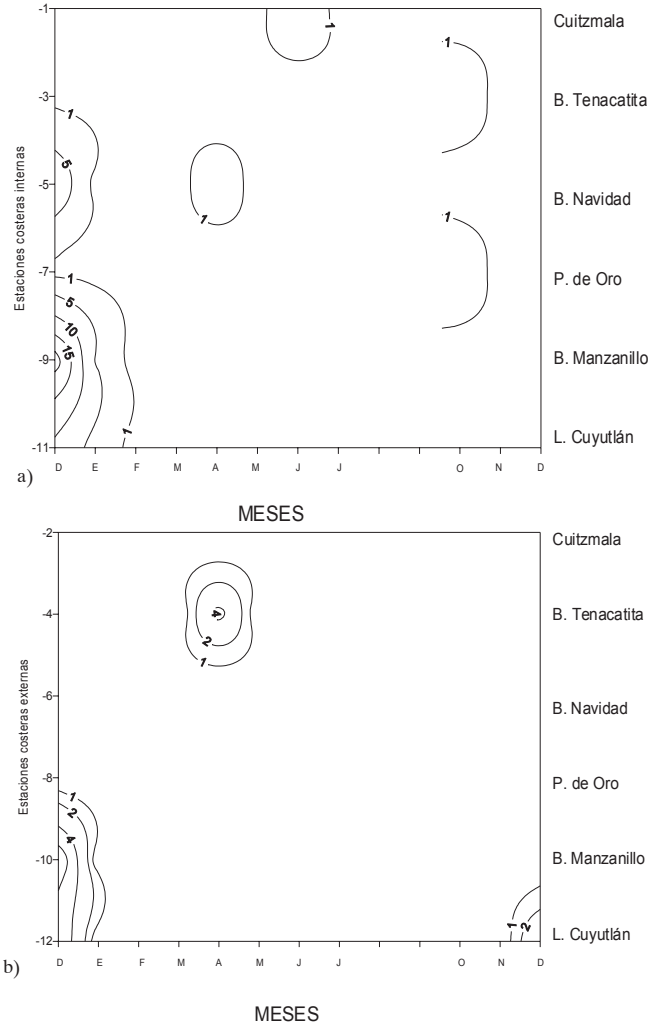
Etropus crossotus. Comúnmente llamado lenguado ribete (Fig. 5g), es una especie moderadamente abundante (66.5 organismos·10 m^{-2}), que fue capturada durante todo el periodo de estudio; se presentó en mayor cantidad en invierno, verano y otoño (Fig. 10 b); los valores más altos se registraron en bahía de Tenacatita, Playa de Oro y bahía de Manzanillo, tanto en las estaciones internas como en las externas; sin embargo, al finalizar el ciclo de muestreo, la abundancia fue homogénea en casi toda el área (Fig. 11 b). Estos organismos se presentaron en tallas de 2.5 mm a 30 milímetros (Fig.12 b).

Otras especies que estuvieron presentes en el área de estudio, aunque en bajas densidad y frecuencia de aparición, fueron: *Citharichthys* sp., *Citharichthys platophrys*, y *Paralichthys woolmani*; esta última, aunque sólo representó 1.95 % de la abundancia total, es una especie de gran importancia en las pesquerías de peces demersales porque alcanza tallas y pesos considerables (Hensley, 1995).

Familia Bhothidae. Las larvas de *Bothus leopardinus* y *Engyophrys sanctilaurentia* estuvieron presentes en muy bajas densidad y frecuencia de aparición (Tabla 1). Las primeras sólo se recolectaron en las estaciones externas, mientras que las segundas en las internas.

Familia Cynoglossidae. En el Pacífico centro-oriental esta familia se encuentra representada por 17 espe-

Figura 9
Distribución de la abundancia de larvas de *Chloroscombrus orqueta* en estaciones costeras internas (a) y externas (b) en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



cies de afinidad tropical y subtropical, cuya característica más conspicua es que parecen una lengua.

Symphurus elongatus. Esta especie que generalmente se conoce como lengua esbelta (Fig. 5h), estuvo ampliamente distribuida en el área de estudio y su densidad promedio mensual fue de 344.05 organismos·10 m^{-2}; la abundancia fue moderada durante el invierno y se incrementó durante el verano (Fig. 10c); por otro lado, las larvas fueron más numerosas en bahía de Tenacatita, bahía de Navidad y bahía de Manzanillo (Fig. 11c). La estructura de tallas en las larvas y juveniles varió desde los 2.5 mm hasta los 30 milímetros (Fig. 12b).

Symphurus chabanaudi. Esta especie, conocida como lengua de chabanau (Fig. 5i) fue identificada como frecuente, pero su abundancia promedio fue moderada (127.59 organismos·10 m^{-2}), con valores mayores durante el invierno (principalmente), el verano y el otoño (Fig. 10d) en los sitios de muestreo ubicados frente a bahía de Navidad, Playa de Oro y en la laguna de Cuyutlán, (Fig. 11d); por otro lado, las tallas variaron entre 2.5 y 32.5 milímetros (Fig. 12b).

Symphurus williamsi. Conocida como lengua de williams (Fig. 5j), fue la especie menos abundante, aunque se presentó durante todo el periodo de estudio; la densidad promedio mensual fue de 45.12 organismos·10 m^{-2}, mientras que los valores más elevados se encontraron en primavera (Fig. 10e). En relación con su distribución sobre el área de estudio, las larvas fueron más numerosas en bahía de Tenacatita, bahía de Navidad, Playa de Oro, bahía de Manzanillo y la laguna de Cuyutlán, donde la abundancia fue similar entre los dos grupos de estaciones (Fig. 11e). Las tallas variaron entre 2.5 y 25 milímetros (Fig. 12 b).

Symphurus atramentatus. Esta especie, cuyo nombre común es lengua tintorera, fue poco abundante y sólo se registró durante el invierno (Fig. 10f). En las estaciones internas sólo se observó en tres meses y fue poco abundante, aunque su distribución fue homogénea (Fig. 11f). En contraste, en las estaciones externas se registró en cinco de los 11 meses.

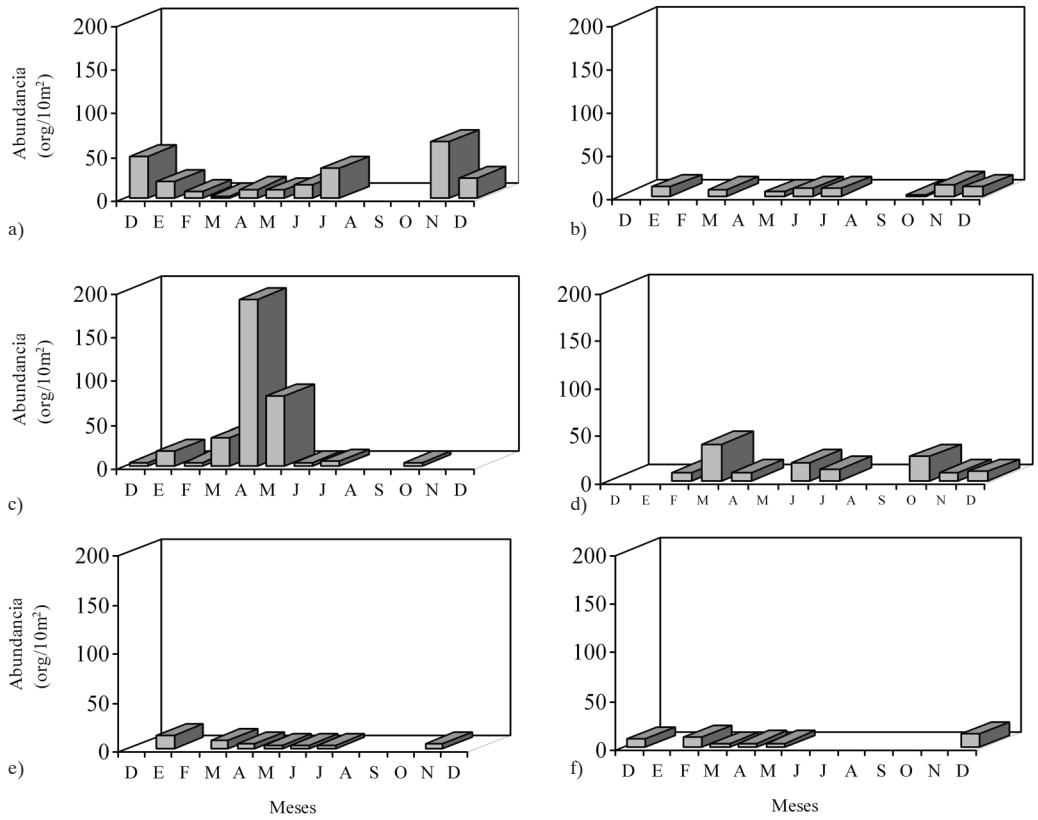
Análisis Estadístico

Los resultados de los análisis de varianza aplicados a los registros mensuales de las familias Haemulidae ($F'_{10,131}$ = 3.68; p= 0.003) y Carangidae ($F'_{10,131}$ = 6.00; p < 0.01) mostraron cambios en la abundancia a lo largo del tiempo, aunque no entre las estaciones (p>0.05). Por otro lado, la cantidad de individuos de la familia Sciaenidae mostró diferencias significativas entre los meses ($F'_{10, 131}$ = 2.75; p = 0.004) y las estaciones ($F'_{11, 131}$ = 2.50; p = 0.007).

Los resultados del análisis de la abundancia de larvas de las familias Paralichthyidae y Cynoglossidae indicaron que no hubo variaciones significativas entre meses o entre estaciones (p>0.05). La familia Bothidae no fue sometida a estos análisis porque el tamaño de la muestra fue insuficiente.

El análisis de correlación por rangos de Spearman mostró que las abundancias de los sciaénidos, carángidos haemúlidos, paralichtydes y cynoglóssidos no estuvieron correlacionadas con la temperatura, ni con la salinidad. En cuanto a la biomasa zooplanctónica, se presentaron correlaciones con la temperatura (r = -0.5431; p<0.01) y la salinidad (r = 0.3454; p<0.01). Por otra parte, el análisis tanto mensual como por estaciones de muestreo, no mostró resultados significa-

Figura 10
Variación mensual de la abundancia de larvas de las especies a) *Syacium ovale,* b) *Etropus crossotus,* c) *Symphurus elongatus,* d) *Symphurus chabanaudi,* e) *Symphurus williamsi,* f) *Symphurus atramentatus* en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



tivos; sin embargo, el mes y la estación que presentaron la correlación más elevada fue diciembre de 1996 (r = -0.6294; p = 0.03) y la estación 1.

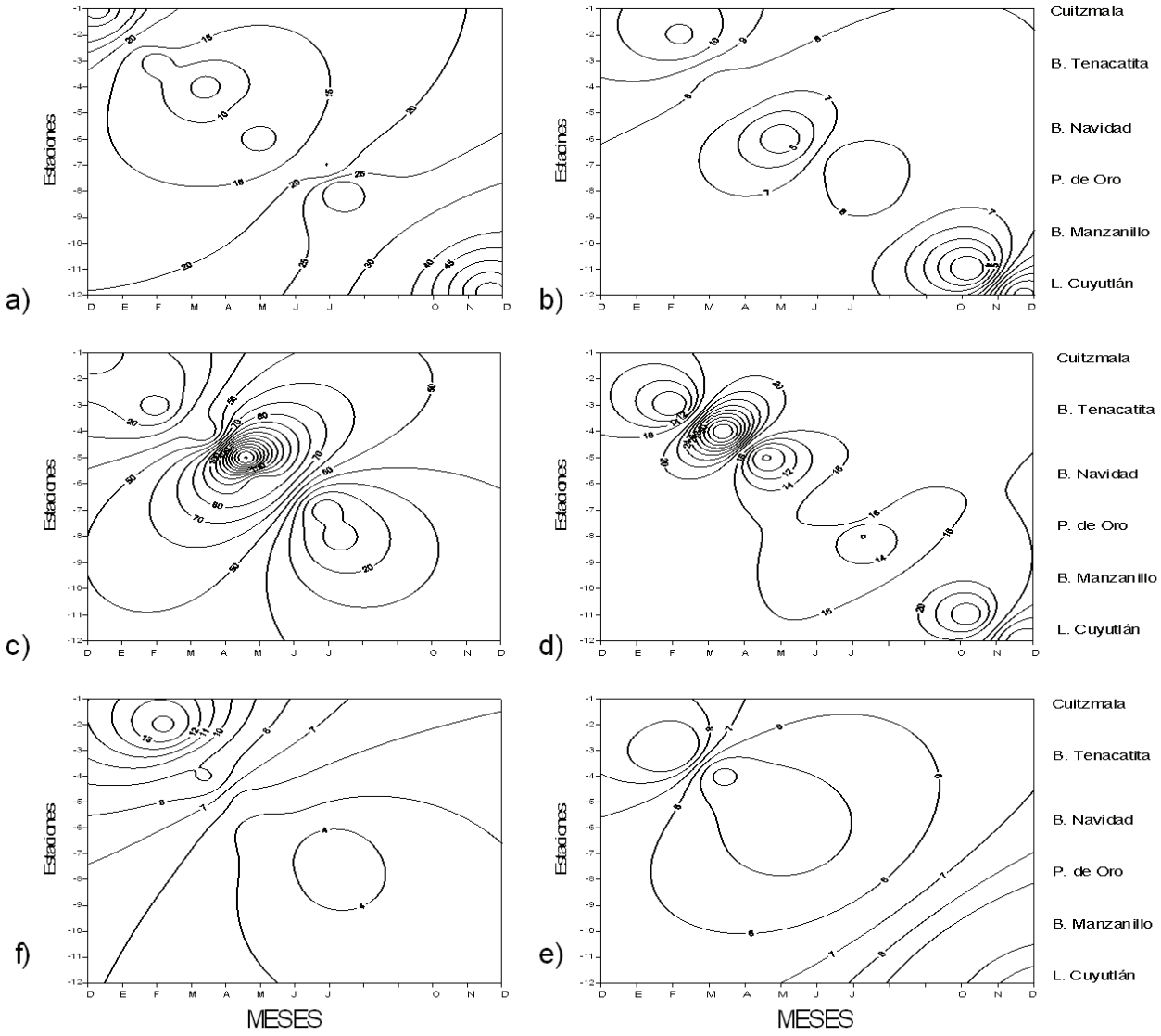
Discusión

En la zona de estudio se han descrito tres periodos que se relacionan con el patrón estacional de corrientes del Pacífico oriental (Wyrtki, 1996; Badan, 1997): durante el primero, en el que predominan las temperaturas elevadas, la Corriente Costera de Costa Rica es más intensa y abarca el verano y el otoño; en el segundo periodo la temperatura es más baja y se presenta durante el invierno, cuando la Convergencia Intertropical se desplaza hacia el sur, al mismo tiempo que la Corriente Costera de Costa Rica está muy debilitada y domina la Corriente de California (Badan, 1997). Finalmente, el tercer periodo, que puede considerarse como de *transición*, está caracterizado por el fuerte incremento de la temperatura en primavera y principios de verano, y está relacionado con el regreso de la Convergencia Intertropical hacia el norte.

La variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad de la región depende de la radiación solar, la evaporación, la precipitación y el aporte de los ríos, así como del intercambio turbulento de calor con la atmósfera y la posible advección de calor y sales de la capa más profunda del océano (Filonov, 2000). Durante la segunda parte del año, cuando se presenta el periodo de lluvias, los valores mensuales promedio de la salinidad son más variables (30-35 ups); mientras que en la primera mitad del año, cuando se presenta el periodo de sequía, es más elevada. Estudios recientes (Filonov, 2000; Navarro-Rodríguez *et al.,* 2002) revelan que la termoclina se establece cerca de la superficie (30-35 m) de febrero a abril, y se ahonda (60 m) entre julio y septiembre; mientras que una capa menos salobre se observa de junio a diciembre.

La biomasa del plancton presentó un patrón estacional definido: en invierno y primavera las densidades fueron elevadas, mientras que en verano y otoño

Figura 11
Distribución y abundancia de larvas en los dos grupos de estaciones de las especies a) *Syacium ovale*, b) *Etropus crossotus*, c) *Symphurus elongatus*, d) *Symphurus chabanaudi*, e) *Symphurus williamsi*, f) *Symphurus atramentatus*, en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996

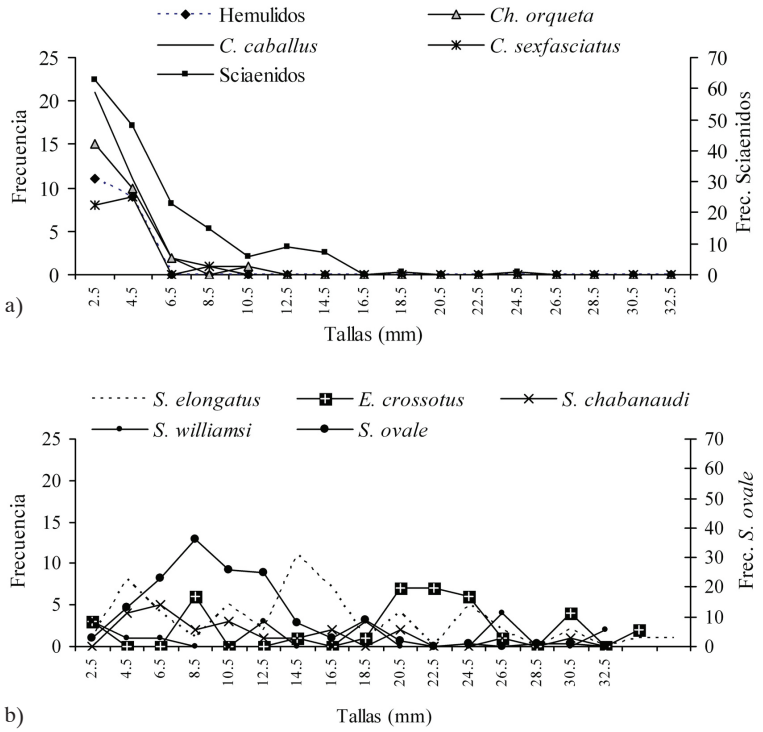


más bajas, aunque cabe aclarar que se careció de datos en agosto y septiembre, lo que pudo haber sesgado los resultados. Éstos posiblemente están relacionados con la elevada productividad primaria que hay en la región durante el invierno y la primavera (véase trabajo de Sosa-Ávalos *et al*. en este mismo libro; Hernández-Vázquez,[1] com. pers.). Aunque también cabe mencionar lo que señalan Roesler y Chelton (1987), quienes sugieren que la variación estacional de la abundancia del zooplancton de la región sur de la Corriente de California es determinada por las poblaciones locales de zooplancton de afinidad subtropical porque son más sensibles a los cambios ambientales (advección de nutrientes, temperatura y salinidad favorables).

Por otro lado, el incremento de la biomasa del plancton en algunas localidades (bahía de Navidad, bahía de Tenacatita, bahía de Manzanillo) durante el periodo de lluvias, se atribuye a su cercanía con la

1. Dr. Sergio Hernández-Vázquez. Investigador del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Figura 12
Distribución de la frecuencia de tallas en las familias a) Haemulidae, Sciaenidae y las especies *Caranx caballus, Caranx sexfasciatus, Chloroscombrus orqueta* b) *Symphurus elongatus, Syacium ovale, Symphurus chabanaudi, Etropus crossotus* y *Symphurus williamsi*, en la costa de Jalisco y Colima, diciembre de 1995 a diciembre de 1996



desembocadura de ríos, lagunas y bahías (Navarro-Rodríguez *et al.,* 2001). A este respecto, Álvarez-Cadena *et al*. (1984) y Day y Yáñez-Arancibia (1985) mencionan que los cuerpos costeros semicerrados o protegidos son sistemas de alta productividad porque el transporte de ríos incrementa los nutrientes y la materia orgánica en suspensión.

Los ciclos reproductivos de los peces y la interacción de las larvas con el medio están relacionados con gran cantidad de factores bióticos y abióticos (Smith y Lasker, 1978). Por ejemplo, el ciclo estacional de la temperatura, las surgencias y el flujo de la Corriente de California parecen ser factores dominantes en la reproducción de sardina y anchoveta del norte (Ahlstrom, 1965; Smith y Lasker, 1978; Lluch-Belda *et al*., 1991). Así también, la biomasa del plancton, indicadora de la disponibilidad de alimento, puede ser determinante en los patrones de distribución de las larvas (Sánchez-Ramírez, 1997). En este sentido, la reproducción de los adultos en ciertos momentos del año puede estar relacionada con beneficios potenciales para los primeros estadios de vida. Por ejemplo, el desove del arenque del Mar del Norte (Cushing, 1975) y la anchoveta del norte (Smith y Lasker, 1978) están sincronizados con los ciclos de producción locales.

Las surgencias que se presentan en la costa de Jalisco durante el invierno y la influencia de la corriente de California durante ese periodo, incrementan el contenido de nutrientes y la productividad primaria en el área de estudio (véase el trabajo de Sosa-Ávalos *et al.* y Olivos-Ortiz *et al*., en este mismo libro), lo que a su vez debe de favorecer la reproducción de los organismos. Por otro lado, en agosto y octubre de 1996 la precipitación pluvial fue muy intensa en la costa de Colima y Jalisco (Espino-Barr,[2] com. pers.), lo que debe de haber incrementado la productividad de la región durante el otoño.

Sin embargo, la relación entre la densidad de larvas y su alimento puede ser compleja, ya que depende del tamaño, la calidad y la cantidad de las presas, así

2. Dra. Elaine Espino-Barr. Investigadora del CRIP-Manzanillo. Datos obtenidos del Observatorio de Manzanillo perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

como de la capacidad de las larvas para aprovecharlas. Desafortunadamente, se conoce poco de los hábitos alimentarios de las larvas de peces en el Pacífico tropical oriental.

En zonas templadas, el desove de los haemúlidos ocurre en primavera-verano principalmente (Watson, 1996), mientras que el de los sciaénidos entre primavera y otoño (Moser, 1996b); una situación similar se presenta en la mayoría de las especies de lenguados, principalmente en las de afinidad tropical.

En el área de estudio las larvas de haemúlidos fueron escasas por lo que es difícil inferir los periodos reproductivos. En el caso de los sciaénidos y las especies de lenguados *Symphurus elongatus, S. atramentatus y S. williamsi*, aunque hubo larvas casi todo el año, fueron más abundantes durante la primavera, cuando la temperatura superficial del mar se encontró entre los 22 y 25 °C y la biomasa del plancton fue elevada (>1500 ml·1000 m^{-3}). Por otro lado, según Watson *et al*. (1996), el ciclo reproductivo de *Caranx caballus, C. sexfasciatus, Chloroscombrus orqueta, Syacium ovale* y *Etropus crossotus* se lleva a cabo durante la mayor parte del año; empero, en el área de estudio, las larvas fueron más abundantes en otoño e invierno, después del periodo de lluvias, cuando la temperatura superficial del mar aún era elevada (>26 °C) y la salinidad se encontraba entre 30 y 35 ppm. Por otro lado, *Trachinotus rhodopus, Selene brevoortii, Paranthias colonus* y *Pseudogramma thaumasium* presentaron un estrecho periodo reproductivo a finales de otoño y principios de invierno, al disminuir la temperatura superficial del mar y con valores de la biomasa del plancton comparativamente menores (<1000 ml·1000 m^{-3}).

El análisis de la distribución y la abundancia de las larvas de peces permitió distinguir un gradiente costa-océano que parece corresponder al área de desove, que a su vez está íntimamente ligada al hábitat de los adultos (zona bentónica; aguas someras, principalmente). Esto mismo ha sido observado en la costa occidental de Baja California, donde se observa una coherencia entre la abundancia de larvas y el hábitat del adulto (Funes-Rodríguez *et al*., 1995). En este estudio se comprobó que la mayor densidad de los productos del desove de Sciaenidae, Haemulidae, Bothidae y Paralichthyidae fue localizada en aguas someras, con profundidades de 50 a 60 m, y disminuyó hacia las aguas profundas (90-100 m), alejadas 2.5 millas náuticas (mn) de la línea de costa. Mariscal-Romero *et al*. (1998) señalan que en el área de estudio las especies de adultos de las familias Bothidae y Paralichthyidae se presentaron en dos grupos muy abundantes, de los cuales el primero se distribuyó ampliamente a profundidades entre los 60 y 80 m y el segundo de los 20 a 40 metros.

Dada la relación entre la distribución de las larvas y el hábitat de los adultos, es probable que la reproducción de *Caranx caballus, C. sexfasciatus, S. chabanaudi, S. atramentatus, S. williamsi,* se efectúe cerca del talud continental y en las aguas oceánicas adyacentes (90 y 100 m de profundidad). Por el contrario, *Chloroscombrus orqueta*, al parecer cumple con su ciclo de vida en aguas someras, donde sus larvas, juveniles y adultos, fueron más abundantes (Sánchez-Ramírez, 1997).

Se concluye que la variación estacional de la temperatura, la salinidad y la biomasa del plancton relacionadas con el patrón estacional de corrientes del Pacífico oriental, la presencia de surgencias y la temporada de lluvias, influyen en los ciclos de reproducción de las especies. A su vez, la distribución de las larvas presenta un gradiente costa-océano que parece corresponder al área de desove, que está íntimamente ligada con el hábitat de los adultos.

Referencias bibliográficas

Aceves-Medina, G., R.A. González y R.J. Saldierna.1999. Larval development of *Symphurus williamsi* (Cynoglossidae:Pleuronectiformes) from the Gulf of California. *Fish. Bull*., 97:738-745.

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de los fondos blandos de al plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 22(4):469-481.

Ahlstrom, E.H. 1965. A review of the effects of the environment of the Pacific sardine. *icnaf. Spec. Pub*., 6:53-76.

Álvarez-Cadena, J.N., M.A. Aquino, F. Alonso, J.G. Millán y T. Torres. 1984. Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Parte I. Agua Dulce 1978. *An. Ins. Cienc. Mar y Limnol., unam,* 11(1):163-180.

Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M.F. Lavín (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Monografía, 3, Unión Geofísica Mexicana, México. pp. 99-112.

Beers, J. R. 1976. Volumetric methods. En: H.F. Steedmann (ed). *Zooplankton, fixation and preservation. Monographs on ocean. Method. Abundance*, 4. unesco Press, Paris. pp. 56-60.

Coronado-Molina, C.A. y F. Amezcua-Linares. 1988. Distribución y abundancia de los peces demersales de las costas de Guerrero en el Pacífico Mexicano. *An. Ins. Cienc. Mar y Limnol. unam,* 15(2):67-93.

Cushing, D. H. 1975. *Marine ecology and fisheries*. Cambridge Univ. Press, Gran Bretaña. 278p.

Chao, N. L. 1995. Sciaenidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (eds.). *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. III Parte 2. fao, Roma pp. 1427-1518.

Charter, S.R. y H.G. Moser. 1996. Cynoglossidae (Tonguefishes) En: H.G. Moser (ed.). *The early stages of fishes in the California current región,* Atlas, 33. pp. 1408-1413.

Day, J.W. y A. Yáñez-Arancibia. 1985. Coastal lagoons and estuaries as an environment nekton. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. unam, México. pp. 317-34

Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2003. *Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco.* Documento Interno crip-Manzanillo. Instituto Nacional de la Pesca, Manzanillo. 52p.

Filonov, A.E. 2000. Estructura espacial de los campos de temperatura y salinidad en presencia de ondas internas en la Plataforma Continental de los Estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 26(1): 1-21.

Funes-Rodríguez, R., R. González-Armas, A. Esquivel-Herrera. 1995. Distribución y composición específica de larvas de peces durante y después de El Niño, en la costa del Pacífico de Baja California Sur (1983-1985). *Hidrobiológica,* 5(1-2):113-125.

Heemstra, P.C. 1995. Serranidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (eds.). *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. fao Roma, Vol. III Parte 2. pp. 1565-1613.

Hensley, D.A. 1995. Paralichtyidae lenguados. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (eds.). *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro-Oriental*, Vol. III, Vertebrados, fao, Roma. pp. 349-1386.

Lluch-Belda, D., D.B. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez, C.A. Salinas-Zavala y R.A. Schwartzlose. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current system. *Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep*. 32: 105-111.

Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-Palomino, L. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo Huizar, L.E. Rodríguez-Ibarra, S. Ruíz-Ramírez y G. González-Sansón. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (primavera, 1995). *Ciencias Marinas,* 24(1): 35-53.

McKay, R.J. y M. Schneider. 1995. Haemulidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. (eds.) Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. II. Parte 1. fao, Roma. pp. 1136-1173.

Moser, H.G. 1996a. The early stages of fishes in the California Current región. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas* 33. 1505p.

Moser, H.G. 1996b. Sciaenidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current región. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest., Atlas*, 33 :1017-1033.

Moser, H.G. y S.R. Charter. 1996. Bhotidae (lefteye flounder). En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current Region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas,* 33:1357-1367.

Moser, H.G. y B.Y. Sumida. 1996. Paralichthyidae (lefteye flounder and sanddabs). En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current Region. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas,* 33:1325-1355.

Navarro-Rodríguez, M.C., S. Hernández-Vásquez, R. Funes-Rodríguez y R. Flores-Vargas. 2001. Distribución y abundancia de larvas de peces de las Familias Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol*., 35(1):1-24.

Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y M.E. González-Ruelas. 2002. Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera en los estados de Jalisco y Colima. *Bol. Centro Invest. Biol.,* 36:(3) 217-374.

Olvera, L.R.M., J.A. García-Borbón, E. Ramírez, A. Cid del Prado, M. Cortés, J.L. Cerecedo, R. Sánchez. 1988. *Distribución y abundancia por especies de las larvas de peces de las familias Carangidae, Clupeidae, Lutjanidae, Sciaenidae, Scombridae y Serranidae en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Golfo de México.* Informe Interno. Instituto Nacional de la Pesca, México. 166 p.

Roesler, C.S. y D.B. Chelton. 1987. Zooplankton variability in the California Current, 1951-1982. *Calif. Coop. Ocean*. *Fish. Invest. Rep*., 28: 59-96.

Saldierna, R. y A.R. Vera. 1993. *Abundancia y distribución de huevos y larvas de sardinas en la parte central del Golfo de California*. Informe Técnico Final cicimar- ipn, La Paz. 20p.

Sánchez-Ramírez, M. 1997. *Alimentación, crecimiento y mortalidad de larvas de* Chloroscombrus chrysurus (orqueta) *(Pisces: Carangidae), en el sur del Golfo de México*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. unam, México. 85p.

Smith, P.E. y R. Lasker. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. *Cons. Int. Explor. Mer*., 173:77-84.

Smith, P.E. y L. Richardson. 1979. *Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos*. Doc. Pesca 175, fao, Roma. 107p.

Smith-Vaniz, W.F. 1995. Carangidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. III Parte 2. fao, Roma. pp. 940-986.

Sumida, B.Y., H.G. Moser y E.H. Ahlstrom. 1985. Descriptions of larval of California yellowtail, *Seriola lalandi* and three other carangids from the Eastern Tropical Pacific: *Chloroscombrus orqueta, Caranx caballus* and *Caranx sexfasciatus*. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep*., 26:139-159.

Tucker, J.W. 1982. Larval development of *Citharichthys cornutus, C. gymnorhynus, C. spilopterus* and *Etropus crossotus* (Bothidae), with notes on larval occurrence. *Fish Bull*., 80(1):35-73.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante de camarón*. Prog. Univ. de Alimentos, icmyl, unam, inp, México. pp. 149-200.

Van der Heiden, A.M. y S. Mussot-Pérez. 1995. *Citharichthys mariajorisae*, a new flatfish from shallow coastal waters of the Eastern Tropical Pacific (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *copeia,* (2):439-446.

Watson, W. 1996. Haemulidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current región. *Calif. Coop. Ocean*. *Fish. Invest*. *Atlas*, 33:1002-1011.

Watson, W., S.R. Charter, H.G. Moser, D.A. Ambrose y E.M. Sandknop. 1996. Carangidae. En: H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current región. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas*, 33:1914-953.

Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev*., 4: 33-68.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª ed., Prentice-Hall, Nueva Jersey. 662p.

Tabla 1
Frecuencia de aparición y abundancia relativa de las larvas de peces de las familias: Haemulidae, Sciaenidae, Carangidae, Serranidae, Paralichthyidae, Cynoglossidae y Bothidae

Especie y/o familia	*Frecuencia (%)*	*Abundancia relativa*
Haemulidae	5.3	2.13
Sciaenidae	48.48	85.95
Roncador stearnsii *	0.76	0.13
Carangidae		
Caranx caballus	12.88	4.77
Caranx sexfasciatus	9.85	4.17
Chloroscombrus orqueta	9.85	3.86
Decapterus sp. *	2.27	0.78
Selene brevoortii *	2.27	0.49
*Trachinotus rhodopus**	0.76	0.15
Seriola sp. *	0.76	0.21
Serranidae		
Paranthias colonus *	0.76	0.2
*Pseudogramma thaumasium**	0.76	0.15
Paralichthyidae		
Syacium ovale	30.6	25.5
Etropus crossotus *	11.1	7.2
*Citharichthys platophrys**	3.2	1.2
Citharichthys sp*	0.8	0.4
Paralichtys woolmani *	3.2	1.9
Bhothidae		
Bothus leopardinus *	4.4	1.4
Engyophrys sanctilaurentia *	0.8	1
Cynoglossidae		
Symphurus elongatus	21	37.1
S. chabanaudi	12.1	13.9
S. williamsi	5.6	4.9
S. atramentatus	7.2	4.9

*poco frecuentes

Marco ambiental

Biología- Macroalgas, Productividad Primaria, Fitoplancton y Mareas Rojas

Macroalgas del límite norte del Pacífico tropical mexicano

Ildefonso Enciso Padilla[*]
Elisa Serviere Zaragoza[*]

Resumen

Se presenta un análisis de los estudios realizados acerca de las macroalgas marinas de los litorales de Nayarit y Jalisco, considerados como el límite norte del Pacífico Tropical Mexicano (PTM). Se reporta el inventario de las algas marinas de esta zona, en la que confluyen dos grandes corrientes oceánicas: la de California y la Norecuatorial. A partir de la integración de los registros bibliográficos, la revisión de ejemplares de herbario y de recolectas propias, se obtuvo una lista de 294 especies, de las cuales 181 (62%) pertenecen a la división Rhodophyta, 61 (20%) a la Chlorophyta y 52 (18%) a la Phaeophyta. De esos taxones, 178 se registraron en 21 localidades de cuatro municipios costeros de Nayarit; en el litoral de Jalisco se han detectado 199 especies en 35 localidades. La distribución de algunas especies es discontinua como *Caulerpa sertularioides, Cladophora vagabunda, Codium dichotomun*, que se encontraron entre los 19° y 20°01' N y entre los 21°01' y 22°N.

Palabras clave: Inventario de macroalgas, Nayarit, Jalisco, afinidades, Pacífico Tropical Mexicano.

Introducción

Los estudios florísticos pueden tener distintas orientaciones: taxonómicas, ecológicas o biogeográficas. Sin embargo, una de las principales intenciones que persiguen es encontrar algún orden o patrón de los organismos, que permita hacer predicciones o extrapolaciones (González-González, 1992 y 1993). La información obtenida de los estudios florísticos tiene una aplicación directa en otras disciplinas de la biología, como por ejemplo en la ecología, la biogeografía y la biotecnología, ya que contribuyen al conocimiento de la distribución de las especies, del ambiente en el que se desarrollan y de los usos y aplicaciones que se les pueda dar a algunas de ellas.

Las diversas regiones costeras de México han tenido una historia del conocimiento ficoflorístico muy diferente, ya que las más estudiadas son las subtropicales, como el Pacífico de Baja California y el Golfo de California. En estas zonas se han realizado recopilaciones ficoflorísticas, trabajos taxonómicos y monográficos, así como estudios ecológicos, biogeográficos y biotecnológicos, debido a la abundancia y la diversidad de las poblaciones algales con utilidad e importancia comercial, *e. g. Macrocystis pyrifera* y *Gelidium robustum* (Aguilar-Rosas, 1981; Aguilar-Rosas y Aguilar-Rosas, 1993). En el Pacífico Tropical Mexicano (PTM) la mayoría de los trabajos realizados es de tipo florístico (Pedroche y González, 1981; Mateo-Cid y Mendoza, 1992; Mateo-Cid y Mendoza, 1994).

La incorporación de nuevas líneas de investigación, como la bioquímica, los ciclos de vida, la ecología de poblaciones y comunidades, ha fortalecido a las tradicionales, lo cual ha incrementado el conocimiento de las algas y su entorno. Lo anterior es uno de los aspectos necesarios para entender la composición, la distribución y las interrelaciones funcionales de una comunidad (Serviere-Zaragoza, 1993; Candelaria-Silva, 1996; León-Tejera, 1996). Este trabajo integra la información sobre la flora ficológica del límite norte del PTM, que comprende la costa de Jalisco y Nayarit, lo cual permitirá conocer la situación actual del estado de conocimiento de las macroalgas y de las especies de importancia económica que existen en esa región.

Los primeros reportes acerca de las algas marinas de los litorales de Nayarit y Jalisco datan de 1944,

* Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura. Departamento de Ecología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Apartado Postal 52-114. Zapopan, Jalisco, México. Correo electrónico: ienciso@cucba.udg.mx

cuando se publicaron los trabajos de Elmer Yale Dawson. El material se colectó durante las expediciones organizadas por la Fundación Allan Hancock por el Pacífico de Baja California y del PTM. Desde entonces se han publicado 38 trabajos sobre este tema, distribuidos de la siguiente manera: siete para Nayarit, 10 para Jalisco y 21 compartidos. Los objetivos fueron muy diversos, ya que los trabajos son de diferente tipo: florístico, monográfico, taxonómico y ecológico (Tabla 1). Esto es indicativo de que existe una marcada diferencia en cuanto al conocimiento ficoflorístico para el litoral de ambos estados ya que, de acuerdo con González-González *et al.* (1996), los trabajos de tipo florístico son locales, prospectivos y generalmente exploratorios, y por tanto no abarcan otros aspectos igualmente importantes (ecológicos, taxonómicos) que complementen el conocimiento de la ficoflora del límite norte del PTM.

Métodos y materiales

De acuerdo con De la Lanza (1991), el PTM abarca desde Cabo Corrientes, en el estado de Jalisco, hasta la frontera de México con Guatemala. En una escala biogeográfica regional, la parte norte del PTM comprende desde los límites de la costa de Nayarit y Sinaloa, hasta la división entre los estados de Jalisco y Colima (Serviere-Zaragoza *et al.*, 1993). La plataforma continental en esta región es notablemente angosta debido a su cercanía con la trinchera mesoamericana (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997).

La línea costera de los estados de Nayarit y Jalisco tiene una longitud aproximada de 610 km (Figs. 1 y 2), donde la intrusión de agua superficial subtropical propicia cambios anuales de 5 °C o más en el área cercana a Cabo Corrientes, en el estado de Jalisco. La salinidad oscila entre 32 y 35.5 ppm. Las variaciones de temperatura y salinidad se originan por la presencia de la corriente de California y la contracorriente Ecuatorial, que en su derivación hacia los litorales mexicanos se le denomina Corriente Costanera de Costa Rica (Badán, 1997). En la región de estudio se presenta una zona de transición como resultado de la convergencia de estas dos grandes corrientes oceánicas, las cuales son estacionales y transportan calor, nutrientes y biomasa de una región oceánica a otra (Fernández-Eguiarte *et al.*, 1993); las características de esta región dependen de la intensidad relativa de las dos corrientes y de los vientos superficiales; en invierno, cuando la corriente de California es más intensa, la zona de transición se localiza más al sur, mientras que en verano se desplaza hacia el Norte, cuando la contracorriente Noercuatorial está más desarrollada. Esta variación es anual, de tal modo que la zona de transición presenta un movimiento latitudinal.

Figura 1
Franja litoral de los estados de Nayarit y Jalisco

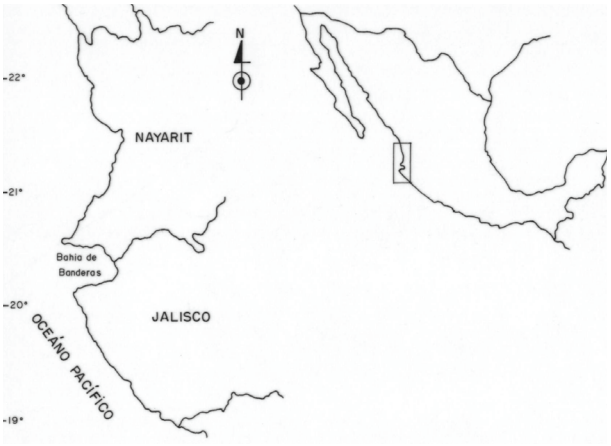
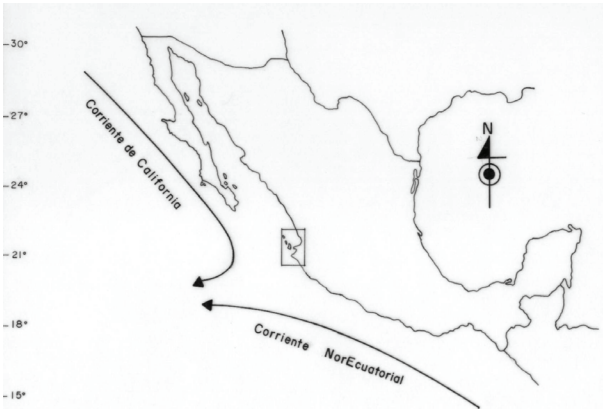


Figura 2
Sistema de corrientes más importantes en el Pacífico mexicano y ubicación del área de estudio



El listado y el análisis de las microalgas que habitan la costa de Nayarit y Jalisco se realizaron mediante investigación documental, la revisión de ejemplares en herbarios y las recolectas realizadas en campo por los autores. A continuación se describe cada una de estas etapas.

Recopilación documental

Con el propósito de integrar y sistematizar la información de las especies de algas marinas reportadas para el área de estudio, se realizó una recopilación documental y el análisis de 38 obras sobre algas marinas, que comprenden desde listados florísticos y obras monográficas, hasta caracterizaciones de ambientes y

Tabla 1
Estudios ficológicos desarrollados en los litorales de Nayarit y Jalisco

Autor	*Nay.*	*Jal.*	*Estudio*	*Autor*	*Nay.*	*Jal.*	*Estudio*
Dawson (1944)	*	*	Florístico	Serviere-Zaragoza (1993)	*	*	Floríst.-Ecol.
Taylor (1945)	*	*	Florístico	Hernández (1998)		*	Floríst.-Ecol.
Dawson (1949a)	*	*	Florístico	Serviere-Zaragoza *et al.* (1998)	*	*	Floríst-Ecol.
Dawson (1950b)	*	*	Florístico	Dawson (1949b)	*	*	Monográfico
Dawson (1953b)	*	*	Florístico	Dawson (1953a)	*	*	Monográfico
Dawson (1954a)	*		Florístico	Dawson (1954b)	*		Monográfico
Dawson (1959)	*		Florístico	Dawson (1960b)	*	*	Monográfico
Dawson (1961b)	*	*	Florístico	Dawson (1961a)	*	*	Monográfico
Huerta (1978)	*	*	Florístico	Dawson (1962b)	*		Monográfico
Pedroche (1978)		*	Florístico	Dawson (1963a)	*	*	Monográfico
Silva (1979)		*	Florístico	Dawson (1963b)	*	*	Monográfico
Chávez (1980)	*	*	Florístico	Rodríguez (1989)	*	*	Monográfico
Pedroche y González (1981)		*	Florístico	Dawson (1950a)	*		Taxonómico
Ortega *et al.* (1986)	*	*	Florístico	Dawson (1950c)	*		Taxonómico
Águila (1995)		*	Florístico	Hollenberg (1969)	*	*	Taxonómico
Gaspar (1995)		*	Florístico	Norris y Johansen (1981)	*	*	Taxonómico
Enciso-Padilla *et al.* (1995)		*	Florístico	Mendoza *et al*. (1992)		*	Taxonómico
Águila *et al.* (1998)		*	Florístico	Mateo-Cid y Mendoza (1992)	*		Taxonómico
Enciso-Padilla (2000)	*	*	Florístico	Pedroche y Silva (1996)		*	Taxonómico

localidades particulares (Tabla 1). Se utilizó como referencia el trabajo de Serviere-Zaragoza (1993) para Bahía de Banderas, que incluye las algas marinas reportadas en la porción sur de Nayarit y norte de Jalisco. Además se consultaron las colecciones bibliográficas de la Facultad de Ciencias de la UNAM del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. En las publicaciones revisadas únicamente se consideraron las citas de los géneros, ya que la mayoría de las obras no incluyó descripciones taxonómicas, y por tanto no fue posible comparar las determinaciones hasta categoría de especie. Se respetaron las citas originales de los nombres científicos, salvo en el caso de cambios nomenclaturales recientes considerando los criterios de Silva y Moe (1994), Wynne (1986) y Dreckmann-Estay (1998). El número de registros que corresponden a la base de datos bibliográfica (726) correspondió a 43.8 por ciento.

Consulta de herbarios

Se revisó el material proveniente de cinco herbarios: Herbario Nacional de México (MEXU), del Instituto de Biología de la UNAM; FCME de la Facultad de Ciencias de la UNAM; ENCB de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional; el Herbario GUADA de la Universidad Autónoma de Guadalajara; y el IBUG del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. En estas fuentes se obtuvieron 665 registros.

Trabajo de campo

Se realizaron recolectas en nueve localidades de la costa del estado de Jalisco: Mismaloya, en la Bahía de Banderas; Punta Cucharas, Talpichichi, Villa del Mar; Careyes, en la Bahía de Chamela; Playa Mora, El Tamarindo, Majahuas y El Palmito, en la Bahía de Tenacatita. El trabajo se realizó durante mayo, julio y noviembre de 1997. Los sitios seleccionados fueron aquellos que no habían sido visitados por otros autores, como Talpichichi, Villa del Mar y Majahuas, o aquellos que habían sido escasamente estudiados, como Mismaloya, Careyes, Playa Mora y El Tamarindo. El número de registros obtenido durante los muestreos fue de 263 (16%). Las recolectas se realizaron sobre sustrato rocoso y en la zona intermareal, a excepción de Playa Mora en donde se tomaron muestras del submareal hasta una profundidad máxima de seis metros. Para todas las localidades, y tanto en el intermareal como en el submareal, se recolectaron especímenes de todos los crecimientos visibles que contenían diferentes especies. Éstos fueron desprendidos completos del sustrato con ayuda de un cincel y depositados en frascos de plástico, para posteriormente preservarlos en una solución de for-

Tabla 2
Composición cuantitativa de cada división en órdenes, familias, géneros y especies encontrados en el presente trabajo

División	*Órdenes*	*Familias*	*Géneros*	*Especies*
Rhodophyta	14	25	75	181
Phaeophyta	7	8	17	52
Chlorophyta	6	12	17	61
TOTAL	27	45	109	294

maldehído a 4% diluido en agua de mar. El tipo de sustrato, la exposición al oleaje y el nivel en el intermareal fueron observaciones directas. En el caso de las muestras que se tomaron de la zona submareal, se registró tanto la profundidad como la temperatura del fondo. Las muestras fueron debidamente etiquetadas y transportadas al Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) del Departamento de Ecología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en donde fueron determinadas siguiendo los procedimientos usuales de laboratorio, que incluyen el análisis de morfología externa, interna y reproductiva, con apoyo de técnicas de microscopía, cortes histológicos y caracteres morfológicos del talo y las estructuras reproductivas. Para la identificación de los especímenes se consultaron claves taxonómicas y la bibliografía especializada, como Setchell y Gardner (1930), Dawson (1944, 1947, 1953a, 1960a, 1961a, 1962a), Taylor (1945, 1960), Abbott y Hollenberg (1976) y Norris y Johansen (1981).

La actualización del estatus taxonómico de las especies se hizo por medio de una revisión de la sinonimia consultando, además de los anteriores autores, a Dreckman-Estay (1998): La lista completa con las sinonimias se presenta en el trabajo de Enciso-Padilla (2000). Los géneros fueron listados alfabéticamente en cada familia y las especies ordenadas alfabéticamente en cada género.

Resultados

Riqueza específica. La información mostró que existen 294 especies, registradas en 56 localidades del área de estudio; 181 pertenecen a la división Rhodophyta (62%), 52 a la Phaeophyta (18%) y 61 a la Chlorophyta (2%). El número de órdenes, familias y géneros que componen cada división, se presenta en la *tabla* 2; mientras que la lista de las especies, así como la procedencia de los registros de cada una de ellas (bibliográfica, de herbario o de recolectas), en el *Anexo.*

Distribución geográfica

Nayarit. En 21 localidades del litoral de Nayarit (Fig. 3), se han registrado 178 especies, de las cuales 116 (65%) pertenecen a la división Rhodophyta; 38 (21%) a la Chlorophyta y 24 (14%) a la división Phaeophyta.

Jalisco. En el litoral de este estado se registraron 199 especies, 115 (58%) correspondientes a la división Rhodophyta; 43 (22%) a la Phaeophyta y 41 (20%) a la división Chlorophyta. Estos organismos estuvieron distribuidos en 35 localidades de la costa de Jalisco (Fig. 4).

Riqueza de especies por localidad

En la costa de Nayarit las localidades con mayor riqueza fueron Punta Mita e Isla María Magdalena, con 76 y 51 especies, respectivamente; en contraste, los lugares con menor número de especies fueron Las Minitas, Destiladeras, La Cruz de Huanacaxtle y la Isla María Cleofas con una sola especie registrada, y Careyeros con dos.

En el estado de Jalisco los sitios con mayor riqueza fueron Puerto Vallarta (63) y El Tamarindo (57). En cuanto a las localidades con el menor número de especies presentes fueron Playas Gemelas y Talpichichi, ambas con una sola especie.

En la *tabla 3* se enlistan las localidades del área de estudio, con el número total de registros y la riqueza específica de cada una de ellas. El arreglo se hizo de acuerdo con su ubicación geográfica, de norte a sur, a lo largo del litoral de Nayarit y Jalisco.

Los lugares con mayor número de especies se ubican en las grandes bahías e islas, ya que allí hay mayor diversidad de ambientes (pozas de marea, canales de corriente, riscos, plataformas rocosas o rocoso-arenosas), con áreas expuestas y protegidas al oleaje y a la desecación, además de grandes afloramientos rocosos.

Distribución latitudinal

Los datos obtenidos en cada una de las localidades se arreglaron de acuerdo a su distribución geográfica, por grado de latitud (Tabla 4) desde los 19° N hasta los 22° N, con la intención de conocer la distribución y la riqueza de las especies por grado. El mayor número de especies (187) se presentó entre los 19° y los 20° N, mientras que entre los paralelos 20°01'-21° y 21°01'-22° N, el número de especies fue similar (145 y 149 respectivamente).

En cuanto al porcentaje de especies correspondientes a cada división en los tres intervalos de latitud, la mayoría era de la división Rhodophyta (>50%), pero al norte de los 20° N las clorofitas fueron más abundantes que las feofitas (Tabla 4). El análisis por gradiente latitudinal permitió conocer las macroalgas que habitan sólo en una latitud determinada, esto es, las especies exclusivas (Tabla 4). En el intervalo comprendido entre 21°01' y 22° N se detectaron 62 especies exclusivas (42%), de un total de 149. En el intervalo 20° 01'-21° N hubo 39 especies exclusivas, de un total de 145, que equivalen a 27% del total de esta latitud. Por último, en las localidades que se ubican entre los 20° y 19° N se presentaron 94 especies exclusivas, es decir, 50.5% de un total de 187 presentes en esa latitud.

Recursos potenciales

En el área de estudio existen al menos 46 especies de algas marinas que han sido reconocidas con algún uso o aplicación en diferentes industrias (Tabla 5). La división que más especies aporta en este aspecto es la Rhodophyta, con 23, seguida de la Chlorophyta con 14 y, por último, la Phaeophyta con nueve.

En relación con las aplicaciones potenciales, 26 especies pueden ser utilizadas con fines médicos, 21 en aplicaciones farmacéuticas y agropecuarias, de19 se pueden extraer ficocoloides (13 de las cuales son rodofitas) y 15 que podrían emplearse como alimento. La división con mayores aplicaciones es la Chlorophyta, ya que 10 especies tienen aplicaciones alimenticias, 10 farmacéuticas y 12 medicinales (Tabla 5).

Discusión

El número de especies registradas fue de 294, la mayoría de las cuales pertenece a la división Rhodophyta, seguida de las Chlorophyta y, finamente, las Phaeophyta. Este mismo patrón se detectó en la mayoría de los estudios realizados en la región y áreas adyacentes (Martinell-Benito, 1986; Dreckmann-Es-

Figura 3
Ubicación de los municipios y localidades en el litoral de Nayarit

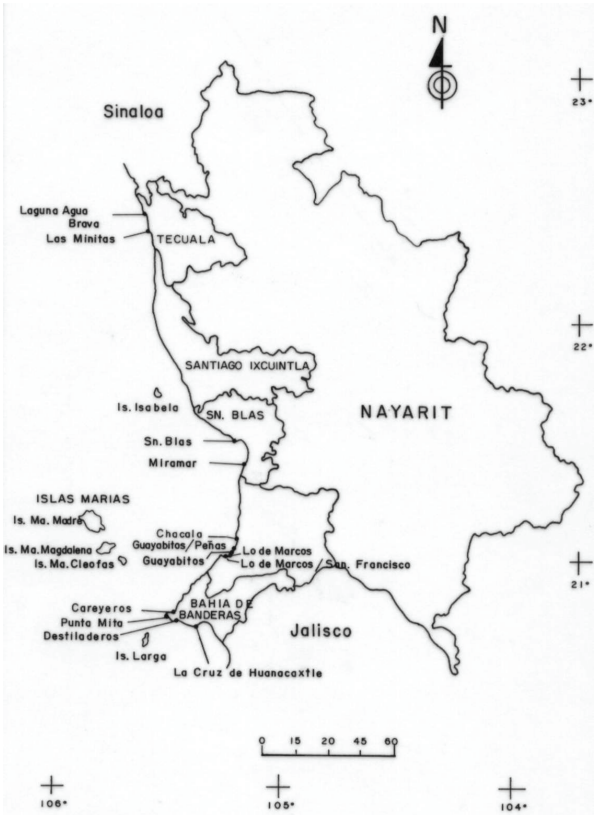


Figura 4
Ubicación de los municipios y localidades en el litoral de Jalisco



Tabla 3
Localidades, número de especies y número de registros para Nayarit y Jalisco

Localidad	*Especies (Núm.)*	*Registros (Núm.)*	*Latitud*
	Nayarit		
Laguna Agua Brava	6	7	1
Las Minitas	1	1	1
San Blas	8	10	1
Miramar	20	20	1
Isla Isabela	10	18	1
Isla María Madre	10	11	1
Isla María Magdalena	51	112	1
Islas Tres Marías	15	17	1
Chacala	29	45	1
Guayabitos-Las Peñas	35	57	1
Guayabitos	47	47	1
Lo de Marcos	34	43	1
Lo de Marcos-Playa Sn. Francisco	22	24	1
Isla María Cleofás	1	2	1
Careceros	2	2	1
Punta Mita	76	114	1
Isla Larga	2	3	1
Islas Marietas	4	5	1
Destiladeras	1	1	1
La Cruz de Huanacaxtle	1	2	1
Bahía de Banderas, Jal.-Nay.	2	5	1
	Jalisco		
Puerto Vallarta	63	96	2
Playa Los Muertos	4	5	2
Playas Gemelas	1	2	2
Conchas Chinas	30	32	2
Km. 7 carr. Pto.Vallarta-Mismaloya	5	7	2
Mismaloya	36	51	2
Quimixto	3	3	2
Yelapa	35	46	2
Chimo	17	19	2
Bahía Corrales	14	19	2
Cabo Corrientes	29	49	2
Punta Cucharas	4	4	2
Talpichichi	1	1	2
Villa del Mar	2	2	2
Chalacatepec	3	6	2
Punta Pérula	12	12	2
Careyes	46	82	3
Chamela	12	19	3
Isla Cocinas	13	14	3
Playa La Rumorosa	19	29	3
Playa Mezcales	9	14	3
Playa Playitas	16	25	3
Playa Virgen	10	12	3
Bahía de Tenacatita	28	51	3
Bahía de Tenacatita (Playa Mora)	28	48	3
El Tecuán	2	3	3
La Manzanilla	3	3	3
El Tamarindo	57	67	3
El Palmito	31	34	3
Majahuas	32	42	3
Cuastecomates	36	100	3
Melaque	11	12	3
Barra de Navidad	36	40	3
Barra de Navidad-Melaque	10	11	3
Bahía Navidad (Melaque)	19	115	3

La clave de latitud corresponde a: 1) 21°01'-22° N; 2) 20°01'-21° N; 3) 19°-20° N

Tabla 4
Riqueza específica por división y gradiente latitudinal. Se incluyen las especies exclusivas

Gradiente	*Rhodophyta*	*Phaeophyta*	*Chlorophyta*	*Total especies*	*Especies exclusivas*	
					(Núm.)	*(%)*
22°00'-21°01'	95 (64%)	18 (12%)	36 (24%)	149	62	42
21°00'-20°01'	83 (57%)	29 (20%)	33 (23%)	145	39	27
20°00'-19°00'	110 (59%)	43 (23%)	33 (18%)	187	94	50.5

Tabla 5
Usos y aplicaciones de las algas marinas registradas en Nayarit y Jalisco

Especies	*Usos*			
RHODOPHYTA	AH	FIC	F/A	MED
Amphiroa mexicana Taylor				•
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan	•		•	
Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne				•
Dasya pedicellata (C. Ag.) C. Ag. var. *stanfordiana* (Farl.) Daws.				•
Gelidiella acerosa (Forsskal) J. Feldman & G. Hamel		•		
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis		•		
Gracilaria crispata S. & G.		•	•	
Gracilaria pachydermatica S. & G.		•		
Gracilaria spinigera Daws.		•		
Gracilaria textorii (Suringar) De Toni		•		
Grateloupia prolongata J. Agardh				•
Gymnogongrus johnstonii (S. & G.) Daws.		•		
Hypnea johnstonii S. & G.		•		
Hypnea pannosa J. Agardh		•		
Hypnea spinella (C. Agardh) Kützing		•		
Hypnea californica Kylin		•		
Jania adhaerens Lamouroux				•
Jania pacifica Areschoug				•
Jania tenella (Kützing) Grunow				•
Laurencia papillosa (C. Agardh) Greville var. pacifica S. & G.	•	•	•	
Lithophyllum sp			•	
Pterocladia caloglossoides (Howe) Dawson		•		
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey			•	•
PHAEOPHYTA				
Chnoospora minima (Hering) Papenfuss				•
Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbés & Solier		•	•	
Dictyopteris sp.			•	
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux	•	•	•	•
Dictyota flabellata (Collins) Setchell & Gardner	•	•	•	
Padina crispata Thivy				•
Padina durvillaei Bory	•		•	•
Padina gymnospora (Kütz.) Sonder				•
Sargassum liebmani J. Ag. var. liebmani		•	•	•
CHLOROPHYTA				
Caulerpa racemosa (Forssk) J.Ag. var. peltata (Lamour.) Eub.	•		•	•
Caulerpa sertularioides (S. Gmelin) Howe	•		•	•
Chaetomorpha antennina (Bory de Saint-Vincent) Kützing				•
Chaetomorpha linum (O.F. Müller) Kützing	•	•	•	
Codium cuneatum Setchell & Gardner	•		•	•
Codium giraffa Silva				•
Enteromorpha clathrata (Roth) Greville	•	•	•	
Cladophoropsis robusta Setchell et Gardner				•
Halimeda discoidea Decaisne				•
Enteromorpha intestinalis Linneaus	•		•	•
Ulva lactuca Linnaeus	•		•	•
Enteromorpha linza (Linneaus) J. Agardh	•		•	•
Enteromorpha prolifera (Müller) J. Agardh	•		•	•

Claves: AH: alimento humano; FIC: Extracción de Ficocoloides; F/A = Usos en la industria farmacéutica y agropecuaria; MED: Utilidad médica o en la medicina

tay, 1987; Dreckmann-Estay *et al.*, 1990; Sentíes *et al.*, 1990). El trabajo que ha incorporado el mayor número de nuevos registros para esta zona del PTM ha sido el de Serviere-Zaragoza (1993), realizado en la Bahía de Banderas, con un total de 54 especies, mientras que en el presente trabajo se incorporaron 11 nuevos registros para un total de cinco localidades del litoral de Jalisco, lo que muestra la importancia de realizar evaluaciones de manera sistemática y constante, y sobre todo de explorar nuevas localidades para incrementar el conocimiento ficoflorístico sobre esta región.

Las diferencias que se observaron al comparar los resultados de este trabajo con los de otros autores en cuanto a las especies, y las que se obtuvieron de la revisión del material de herbario y del trabajo de campo, estuvieron determinadas por los diferentes sitios y fechas de recolecta, así como también por los objetivos con que fueron realizados esos trabajos.

El análisis retrospectivo de la información de Nayarit y Jalisco permitió identificar las áreas en las cuales no se habían realizado recolectas, o que habían sido escasamente exploradas. La mayor cantidad de localidades reportadas en los trabajos consultados, se ubica en el litoral de Jalisco (35). En la costa de Nayarit existen registros de 21 localidades, la mayoría de las cuales se encuentra en el sur del estado, en donde se presentan grandes afloramientos rocosos y acantilados, mientras que en el norte son más abundantes las playas arenosas y los manglares, ambientes poco propicios para el establecimiento y el desarrollo de las algas. En el estado de Jalisco los sitios explorados están distribuidos sobre la costa, con excepción de la parte central, donde se presentan grandes extensiones de playas arenosas que abarcan desde el sur de la localidad de Corrales hasta Chalacatepec.

La mayor cantidad de especies se presentó en dos lugares ubicados en Bahía de Banderas: Punta Mita, Nayarit; y Puerto Vallarta, Jalisco. En el primero la riqueza representó 23.6 %, mientras que en el segundo, 19.5 % del total. Otras localidades como Isla María Magdalena y Guayabitos, en Nayarit; y El Tamarindo y Careyes, en Jalisco, también presentaron una elevada riqueza específica. Cabe hacer mención que El Tamarindo fue una de las nuevas localidades ficoflorísticas exploradas y que Careyes se había visitado de manera esporádica.

La exclusividad de algunas especies en ciertas latitudes es consecuencia de las condiciones ambientales tales como el gradiente de la temperatura (Eber *et al.*, 1968) y las corrientes marinas (Baumgartner y Christensen, 1985), además de las características fisiográficas de la costa, la exposición al oleaje y el tipo de sustrato. Esto se demuestra porque algunas especies de afinidad templada, como *Enteromorpha clathrata, Ceramium camouii, Dasya pedicellata* var. *stanfordiana, Hydrolithon farinosum* y *Polysiphonia decussata,* sólo se hallaron dentro del área comprendida entre los 21° y 22° N, donde hay mayor influencia de la corriente de California. Sin embargo, también se detectaron algunas especies de afinidad templada en sitios con mayor influencia tropical (19° N), como *Cladophora microcladioides, Ulva californica, U. lobata, Dictyota crenulata, Giffordia mitchelliae, Sargassum horridum, Gracilaria textorii* y *Laurencia gardnerii.*

Por el contrario, algunas especies de afinidad tropical únicamente se registraron en los 19° N, como fue el caso de *Enteromorpha crinita, E. flexuosa, Polyphysa parvula, Dictyota divaricata* y *D. flabellata.* Aunque algunas especies de afinidad tropical también se distribuyeron hasta los 22° de latitud N, que presenta características de zona templada, tales como: *Caulerpa sertularioides, Phyllodictyon anastomosans* (o *Struvea anastomosans*), *Digenia simplex* y *Lithothamniun australe*. Asimismo hubo especies como *Bryopsis hipnoides, Chaetomorpha antennina, Ch. linum, Ulva lactuca, Chnoospora minima, Padina gymnospora* y *Amphiroa mexicana*, con amplia distribución en la región porque se encontraron en los tres intervalos latitudinales establecidos entre los 22° y los 19° N.

Aunque el factor temperatura es el más reconocido como limitante en la distribución de las macroalgas en escalas biogeográficas amplias (Breeman, 1988), es necesario establecer si los cambios en el gradiente de temperatura afectan directamente a la composición cualitativa de las especies de macroalgas, o si es un efecto combinado entre varios factores ambientales, tales como salinidad, tipo de sustrato, influencia del oleaje y dinámica de la playa, entre otros.

La distribución de 21 especies no fue continua a lo largo del gradiente latitudinal analizado en este estudio, ya que se observaron dentro de las latitudes 19°-20° y 21°-22° N pero estuvieron ausentes entre los 20°01' y 21° N. Entre las especies que presentaron este tipo de distribución están: *Caulerpa sertularioides, Cladophora vagabunda, Codium dichotomun, C. giraffa, Dictyota dichotoma, Dilophus pinnatus, Ralfsia fungiformis* y *Amphiroa mexicana.* De acuerdo con Silva (1962), van den Hoek (1975) y Druehl (1981), el material que se encuentra a la deriva, los cambios climáticos y los sistemas de dispersión son los principales mecanismos que dan lugar a las discontinuidades, lo que generalmente ocurre en especies de amplia distribución. Por otro lado, este tipo de distribución y la baja diversidad de especies en la zona de estudio, también están determinadas por la presencia de grandes extensiones de playas arenosas, humedales y lagunas costeras en Nayarit y Jalisco.

En la costa de Nayarit-Jalisco se detectaron macroalgas que podrían ser un recurso potencial para la región, aunque su biomasa es escasa, es decir, no existen poblaciones que puedan ser susceptibles de explotación comercial.

Conclusiones

El análisis de la información obtenida por otros autores para el área de estudio, además de la generada por medio de recolectas, permitió obtener un inventario de 294 especies de algas marinas, distribuidas en 56 localidades. La integración de estos trabajos es una primera aproximación al conocimiento de la ficoflora de esta zona, que contribuye a tener una visión más amplia sobre los recursos potenciales existentes y a plantear alternativas para enriquecer el estado de conocimiento de los mismos. A pesar de que a partir de esos estudios se determinó la gran riqueza existente, no se puede afirmar que se conozca la totalidad de la ficoflora de la región, ya que ésta se encuentra en un continuo proceso de cambio; es posible que algunas especies que se encuentren ahora en determinada localidad, desaparezcan en un corto lapso de tiempo; o por el contrario, que algunos taxones ausentes cuando se hicieron esos trabajos, ahora se encuentren en alguna localidades de la costa. Por ello, es importante continuar con los estudios ficoflorísticos en los litorales de Nayarit y Jalisco, e iniciarlos en la costa de Colima y Michoacán, así como diversificar sus objetivos para que el conocimiento de la ficoflora del límite norte del PTM sea integral.

Puesto que este documento sintetiza el estado de conocimiento sobre las algas marinas del litoral rocoso de los litorales de Nayarit y Jalisco, puede servir como fundamento para generar propuestas que permitan caracterizar de manera integral esta región. Es necesario iniciar trabajos que comprendan aspectos biogeográficos (afinidad y distribución de especies), comparando la ficoflora de otras latitudes (templadas y tropicales) con la del límite norte del PTM, porque esta zona presenta características oceanográficas muy particulares. Esto permitirá establecer subregiones dentro del contexto biogeográfico y estudiar los aspectos ecológicos (análisis de poblaciones y comunidades) de las macroalgas, con especial atención en la exploración y las recolectas en nuevas localidades y otros ambientes no considerados aquí, como son las zonas de marismas, lagunas costeras y el nivel litoral submareal.

Referencias bibliográficas

Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg. 1976. *Marine algae of California*. Stanford Univ. Press. Stanford, Calif. 827p.

Águila, R.N. 1995. *Macroalgas en el litoral rocoso de Bahía Navidad y Bahía Cuastecomates, Jalisco, Mex. (Diciembre 1993-Julio 1994).* Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas. UdeG. Guadalajara. 60p.

Águila, R.N., F.A. Gaspar, P.I. Enciso y N.M.R. Mora, 1998. Algas Marinas de la Costa Sur de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG)*, 5(1-3):507-514.

Aguilar-Rosas, L.E. 1981. Algas Rojas (Rodophyta) de la Bahía Todos Santos, Baja California, México, durante el ciclo anual 1978-1979. *Ciencias Marinas*, 7(1):85-101.

Aguilar-Rosas, L.E. y R. Aguilar-Rosas. 1993. Ficogeografía de las Algas Pardas (Phaeophyta) de la Península de Baja California. En**:** S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*, CONABIO, CIQRO. pp. 197-206.

Badán, A. 1997. La corriente costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M.F. Lavín (ed). *Contribuciones a la Oceanografía Física en Méxic*o. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana, México. pp. 99-112.

Baumgartner, T. y N. Christensen, 1985. Coupling of the Gulf of California to large-escale interannual climatic variability. *J. Mar. Res*., 43:825-848.

Breeman, A.M. 1988. Relative importance of temperature and other factors in determining geographic boundaries of seaweeds: experimental and phenological evidence. *Helgol. Meeresunters*, 42: 199-241.

Candelaria-Silva, C.F. 1996. *Macroalgas del estado de Guerrero*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 191p.

Carriquiry, J.D. y H. Reyes-Bonilla. 1997. Estructura y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayarit, Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 23(2):227-248.

Chávez, M.L. 1980. Distribución del género *Padina* en las costas de México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx*. 23:45-51.

Dawson, E.Y. 1944. The Marine Algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacif. Exped*., 3(10):189-464.

Dawson, E.Y. 1947. A guide to the literature and distribution of the marine algae of the Pacific coast of North America. *Mem. of the South Calif. Academy of Sciences*, 3(1):1-134.

Dawson, E.Y. 1949a. Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa Pacífica de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*., 9:215-255.

Dawson, E.Y. 1949b. Studies of Northeast Pacific Gracilariaceae. *Allan Hancock Foundation Publ. Occ. Pap*., 7:1-105

Dawson, E.Y. 1950a. Notes on some Pacific Mexican Dictyotaceae. *Bull. Torrey Bot. Club*., 77: 83-93.

Dawson, E.Y. 1950b. Notes on Pacific Coast marine algae. *V. Am. J. Bot*., 37:337-344.

Dawson, E.Y. 1950c. A review of *Ceramium* along the Pacific coast of North America with special reference to its Mexican representatives. *Farlowia,* 4:113-138.

Dawson, E.Y. 1953a. Marine Red Algae Pacific Mexico. Part.1 Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacif. Exped*., 17(1): 1-239.

Dawson, E.Y. 1953b. Resumen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa Pacífica de México con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*., 13:97-197.

Dawson, E.Y. 1954a. Notes on Pacific coast marine algae. VI. *Wasman Jour. Biol.,* 11:323-351.

Dawson, E.Y. 1954b. Marine Red Algae. Part. 2. Cryptonemiales (cont.). *Allan Hancock Pacif. Exped*., 17(2):241-397.

Dawson, E.Y. 1959. Marine algae from the 1958 cruise of the Stella Polaris in the Gulf of California. *Los Angeles County*. *Mus. Contrib. Sci*., 27:1-39.

Dawson, E.Y. 1960a. Marine Red Algae Pacific Mexico. Part. 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesiodeae. *Pacif. Nat*., 2: 3-125.

Dawson, E.Y. 1960b. A review of the ecology, distribution and affinities of the benthic flora. En: Symposium: The biogeography of Baja California and adjacent seas. II Marine Biotas. *Systematic Zoology.* 9(3/4): 93-100.

Dawson, E.Y. 1961a. Marine red algae Pacific Mexico. Part. 4. Gigartinales. *Pacif. Nat.,* 2:291-343.

Dawson, E.Y. 1961b. A guide to the literature and distributions of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pacific Sci.,* 15:370-461.

Dawson, E.Y. 1962a. Marine red algae Pacific Mexico. Part. 7. Ceramiales, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacif. Exped., 26:1-207.

Dawson, E.Y. 1962b. Una clave ilustrada de los géneros de algas bénticas del Pacífico de la América Central. *Pacif. Nat*., 3(4):168-231.

Dawson, E.Y. 1963a. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia*, 5:437-476.

Dawson, E.Y. 1963b. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*, 6:401-481.

De la Lanza-Espino, G. 1991. *Oceanografía de los Mares Mexicanos*. agt. Editores, México. 569p.

Dreckmann-Estay, K.M. 1987. *Algas marinas bénticas de Playa San Telmo, Michoacán, Méx*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, unam, México. 170p.

Dreckmann-Estay, K.M. 1998. *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del Atlántico mexicano*. conabio. México. 140p.

Dreckmann-Estay, K.M., F.F. Pedroche, y G.A. Sentíes. 1990. Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, *Méx. Bol. Soc. Bot. Méx.,* 50:19-42.

Druehl, L.D. 1981. Geographical distribution. En: C.S Loaban y M.J Wynne (eds.) *The Biology of seaweeds.* University of California Press, Berkeley, pp. 306-325.

Eber, L.E., J.F.T. Saur y O.E. Sette, 1968. Monthly mean charts sea surface temperature. *U.S Fish. & Wildl. Serv. Circ*., 258:1-168.

Enciso-Padilla, I. 2000. *Inventario de las macroalgas de los litorales de Nayarit y Jalisco, Méxic*o. Tesis de Maestría. Centro Universitario de Ciencias biológicas y Agropecuarias. UdeG. Guadalajara. 103p.

Enciso-Padilla, I., N. Águila-Ramírez, M.R. Mora-Navarro y A. Gaspar-Figueroa. 1995. Macroalgas de la zona intermareal de Melaque, Jalisco, Méx. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (ibug)*, 3(1-3):41-52.

Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo. 1993. *Oceanografía física de México. Ciencia y Desarrollo*., 18(108):25-35.

Gaspar, F.A. 1995. *Listado taxonómico de macroalgas en el litoral rocoso de Bahía Navidad y Bahía Cuastecomates, Jalisco, Mex. en el periodo de agosto a diciembre de 1994.* Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas, UdeG, Guadalajara. 44p.

González-González, J. 1992. *Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del Pacífico Tropical Mexicano* Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, unam, México.167p.

González-González, J. 1993. Comunidades algales en el Pacífico Tropical Mexicano. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. conabio, ciqro, México. pp. 420-423.

González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Candelaria, D. León-Álvarez, E. Serviere-Zaragoza y D. Fragoso. 1996. *Catálogo Onomástico (Nomenclator) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México*. Cuadernos del Instituto de Biología 29. unam. 492p.

Hernández, H.R.M. 1998. *Análisis de comunidades de macroalgas en ambientes intermareales del Sureste de Bahía de Tenacatita, Jalisco.* Tesis Profesional. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. UdeG. Guadalajara. 95p.

Hollenberg, G.J. 1969. An account of Ralfsiaceae (Phaeophyta) of California. *J. Phycol.,* 5(4): 290-301.

Huerta, M.L. 1978. Vegetación marina litoral. En: J. Rzedowski (ed.). *Vegetación de México*. Limusa, México. pp. 328-340.

León-Tejera, H. 1996. *Caracterización ficoflorística del límite sur del Pacífico Tropical Mexicano: el litoral rocoso de Oaxaca.* Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, unam, México. 146p.

Martinell-Benito, L.N. 1986. *Estudio ecológico de las algas de las desembocaduras de Michoacán*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, unam, México. 179p.

Mateo-Cid, L.E. y G.A.C. Mendoza. 1992. Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit. *Acta Bot. Mex*., 20: 13-28.

Mateo-Cid, L.E. y G.A.C. Mendoza. 1994. Estudio florístico de las algas bentónicas de bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 20(1):41-64.

Mendoza, G.A.C, L.E. Mateo-Cid y M.L. Huerta. 1992. Estudio preliminar de las algas marinas bentónicas de la costa de Jalisco, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol*. Méx., 37:9-25.

Norris, J.N. y H.W. Johansen. 1981. Articulated coralline algae of the Gulf of California, Mexico, I. *Amphiroa* Lamouroux. *Smithson. Contr. Mar. Sci*., 9:1-29.

Ortega, M.M., C.J. Ruíz y M.M.G. Oliva. 1986. La vegetación sumergida de la Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa. *An. Inst. Biol. unam. Ser. Bot*. 57:59-108.

Pedroche, F.F. 1978. *Estudio florístico preliminar de las macroalgas mesolitorales de las costas de la región de Chamela, Jal.* Tesis Profesional, Fac. Ciencias, unam, México. 110p.

Pedroche, F.F. y G.J. González. 1981. Lista florística preliminar de las algas marinas de la región sur de la costa de Jalisco, México. *Phycol. Lat.-Amer*., 1:60-72.

Pedroche, F.F. y P.C. Silva. 1996. *Codium picturatum* sp. nov.(Chlorophyta), una especie extraordinaria del Pacífico Tropical Mexicano. *Acta Botánica Mexicana*, 35:1-8.

Rodríguez, V.D. 1989. *Gelidiales-Rhodophyta: una contribución a la flora tónica del Pacífico tropical mexicano. Propuesta teórico-metodológica a partir de la teoría de los procesos alterados.* Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, unam, México. 397p.

Sentíes, G.A., F.F. Pedroche y K.M. Dreckmann. 1990. La Familia Rhodomelaceae (Ceramiales, Rhodophyta) en la costa del estado de Michoacán. *Mex. Bol. Soc. Bot. Méx*., 50:89-120.

Serviere-Zaragoza, E. 1993. *Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, unam, México. 71p.

Serviere-Zaragoza, E., S. Castillo-Arguero y J. González-González, J. 1998. Descripción ficológica de los ambientes de la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica (ibug)*, 5(1-3):157-180.

Serviere-Zaragoza, E., J. González-González y D. Rodríguez-Vargas. 1993. Ficoflora de la región de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. conabio, ciqro, México. pp. 475-485.

Setchell, W.A. y N. Gardner. 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands expedition in 1925. *Proc. Calif. Acad. Sci*., 19(11):109-215.

Silva, P.C. 1962. Comparison of algal floristic patterns in the Pacific with those in the Atlantic and Indians Oceans, with special reference to *Codium*. *Proc. ix Pac. Sci. Congr*., []4:201-216.

Silva, P.C. 1979. *Codium giraffa*, a new marine green algae from tropical Pacific México. *Phycologia*, 18(3): 264-268.

Silva, P.C. y R.L. Moe. 1994. Appendix: Taxonomic classification of algae mentioned in the text. En: C.S. Lobban y P. J. Harrison (eds.). *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge Univ. Press, usa. 366p.

Taylor, W.R. 1945. Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacif. Exped*., 12:1-528.

Taylor, W.R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. 528p.

Van den Hoek, C.L. 1975. Phytogeographic provinces along the coasts of the northern Atlantic Ocean. *Phycologia,* 14:317-330.

Wynne, M.J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot*., 64:2239-2281.

Anexo

Lista sistemática de las algas marinas del límite norte del Pacífico tropical mexicano (Nayarit-Jalisco)

división rhodophyta	*Registro*
orden porphyridiales	
Familia Porphyridiaceae	
Stylonema alsidii (Zanardini) Drew	B
orden erythropeltidales	
Familia Erythropeltidaceae	
Erythrocladia sp.	H
Erythrotrichia carnea (Dillwyn) J. Agardh	B, H
Erythrotrichia tetraseriata Gardner	B
Erythotrichia vexillaris (Montagne) Hamel	H
Sahlingia subintegra (Rosenvinge) Kornmann	H
Smithora naiadum (Anderson) Hollenberg	B
orden acrochaetiales	
Familia Acrochaetiaceae	
Acrochaetium daviesii (Dillwyn) Nägeli	B
orden nemaliales	
Familia Chaetangiaceae	
Gloiophloea confusa (Setchell) Levring	H
Familia Galaxauraceae	
Galaxaura ventricosa Kjelmann	B
Tricleocarpa cylindrica (Ellis et Solander) Huisman et Borowitzka	B, H
Helminthora sp.	B
Scinaia complanata (Collins) Cotton	B
Scinaia johnstoniae Setchell	B
Scinaia latifrons Howe	B
Familia Liagoraceae	
Liagora valida Harvey	H
orden ahnfeltiales	
Familia Ahnfeltiaceae	
Ahnfeltia plicata (Hudson) Fries	B, H
Ahnfeltia svensonii Taylor	B, H
Ahnfeltia sp.	C
orden gelidiales	
Familia Gelidiaceae	
Gelidiella acerosa (Forkssal) J. Feldmann et Hamel	B, H
Gelidiella ligulata Dawson	B
Gelidiella sp.	H
Gelidium arborescens Gardner	C
Gelidium microdentatum Dawson	B
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis	B, H
Gelidium sclerophyllum Taylor	B
Pterocladia caloglossoides (Howe) Dawson	B
Pterocladia media Dawson	B
Wurdemannia miniata (Duby) Feldmann et Hamel	B
orden gracilariales	
Familia Gracilariaceae	
Gelidiopsis variabilis (J. Agardh) Schmitz	B, H
Gracilaria crispata Setchell et Gardner	B, H
Gracilaria johnstonii Setchell et Gardner	B
Gracilaria pachydermatica Setchell et Gardner	B

DIVISIÓN RHODOPHYTA	*Registro*
Gracilaria pinnata Setchell et Gardner	B
Gracilaria spinigera Dawson	B, C
Gracilaria symmetrica Dawson	B
Gracilaria tepocensis (Dawson) Dawson	B, H
Gracilaria textorii (Suringar) De Toni	H
Gracilaria textorii (Suringar) De Toni var. *cunninghamii* (Farlow) Dawson	C
Gracilaria textorii (Suringar) De Toni var. *textorii*	B
Gracilaria veleroae Dawson	B
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss	B
Gracilariopsis costaricensis Dawson	B
Gracilariopsis lemanaeformis (Bory) Dawson, Acleto et Foldvick	H
ORDEN BONNEMAISONIALES	
Familia Bonnemaisoniaceae	
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevis	B
=esporofito: *Falkenbergia hillebrandii* (Bornet) Falkenberg	
ORDEN CRYPTONEMIALES	
Familia Cryptonemiaceae	
Cryptonemia decolorata Taylor	B
Grateloupia doryphora (Montagne) Howe	B, H, C
Grateloupia filicina (Lamouroux) C. Agardh	B, C
Grateloupia howeii Setchell et Gardner	B, H
Grateloupia multiphylla Dawson	B
Grateloupia prolongata J. Agardh	C
Grateloupia versicolor (J. Agardh) J. Agardh var. *versicolor*	B
Grateloupia versicolor (J. Agardh) J. Agardh	B, H
Halymenia agardhii De Toni	B
Pachymenia saxicola Taylor	B, H
Familia Endocladiaceae	
Gloiopeltis furcata (Postels et Ruprecht) J. Agardh	H
Familia Peyssonneliaceae	
Peyssonnelia rubra (Greville) J. Agardh var. *orientalis* Weber-van Bosse	B
Cruoriopsis mexicana Dawson	B
Smithora naiadum (Anderson) Hollenberg	B
ORDEN HILDENBRANDIALES	
Familia Hildenbrandiaceae	
Cruoriella dubyi (Crouan et Crouan) Foslie	B
Cruoriella hancockii Dawson	B
Hildenbrandia dawsonii (Ardré) Hollenberg	B, H
Hildenbrandia prototypus Nardo var. *prototypus*	B
Hildenbrandia rubra (Sommerfelt) Meneghini	B, H
ORDEN CORALLINALES	
Familia Corallinaceae	
Amphiroa annulata Lemoine	B
Amphiroa beauvoisii Lamouroux	B, H
Amphiroa compressa Lemoine var. *tenuis* Taylor	B
Amphiroa currae Ganesan	B
Amphiroa dimorpha Lemoine	B, H, C
Amphiroa foliacea Lamouroux	B, H
Amphiroa franciscana Taylor	B
Amphiroa franciscana Taylor var. *franciscana*	B
Amphiroa mexicana Taylor	B
Amphiroa misakiensis Yendo	B, H, C
Amphiroa polymorpha Lemoine	B
Amphiroa rigida Lamouroux	B, H, C
Amphiroa subcylindrica Dawson	B
Amphiroa valonioides Yendo	B, H
Bossiella californica (Decaisne) Silva	H
Bossea sp.	H
Fosliella paschalis (Lemoine) Setchell et Gardner	B
Heteroderma nicholsii Setchell et Gardner	H
Hydrolithon decipiens (Foslie) Adey	B
Hydrolithon farinosum (Lamouroux) Penrose et Chamberlain	B
Jania adhaerens Lamouroux	B, H, C
Jania crassa Lamouroux	C
Jania longiarthra Dawson	B*

DIVISIÓN RHODOPHYTA	*Registro*
Jania pacifica Areschoug	B, H
Jania tenella (Kützing) Grunow	B, H, C
Jania ungulata (Yendo) Yendo	C
Lithophyllum bracchiatum (Heydrich) Lemoine	B
Lithophyllum decipiens (Foslie) Foslie	B
Lithophyllum imitans Foslie	B
Lithophyllum lichenare Mason	B
Lithophyllum lithophylloidess Heydrich	B
Lithophyllum proboscideum (Foslie) Foslie	B
Lithophyllum proboscideum (Foslie) Foslie var. *proboscideum*	B
Lithothamnium australe (Foslie) Foslie	B
Melobesia polystromatica Dawson	B
Neogoniolithon setchellii (Foslie) Adey	B
Neogoniolithon trichotomum (Heydrich) Setchell et Gardner	B
Tenarea dispar (Foslie) Adey	B
Tenarea ascripticia (Foslie) Adey	B
ORDEN GIGARTINALES	
Familia Gigartinaceae	
Gigartina asperifolia J. Agardh	B, H
Gigartina harveyana (Kützing) Setchell et Gardner	B, H
Gigartina leptorhynchos J. Agardh	H
Gigartina spinosa (Kützing) Harvey	H
Gigartina volans (C. Agardh) J. Agardh	H
Familia Hypneaceae	
Hypnea californica Kylin	B, C
Hypnea johnstonii Setchell et Gardner	B, H
Hypnea pannosa J. Agardh	B, H, C
Hypnea spinella (C. Agardh) Kützing	B, H, C
Familia Phyllophoraceae	
Ahnfeltiopsis concinna (J.Agardh) Silva et De Cew	B, C
Ahnfeltiopsis gigartinoides (J. Agardh) Silva et De Cew	B
Gymnogongrus crustiforme Dawson	C*
Gymnogongrus johnstonii (Setchell et Gardner) Dawson	B, H
Gymnogongrus leptophyllus J. Agardh	B, H, C*
Gymnogongrus platyphyllus Gardner	C*
Gymnogongrus tenuis (J. Agardh) J. Agardh	B, H
Familia Solieriaceae	
Sarcodiotheca ecuadoreana Taylor	B
Sarcodiotheca furcata (Setchell et Gardner) Kylin	B
Sarcodiotheca taylorii Dawson	B
ORDEN RHODYMENIALES	
Familia Champiaceae	
Champia parvula (C. Agardh) Harvey	B, H
Lomentaria hakodatensis Yendo	B
Familia Rhodymeniaceae	
Fauchea crispa Taylor	B
Rhodymenia californica Kylin	C
Rhodymenia lobata Dawson	B
Botryocladia pseudodichotoma (Farlow) Kylin	B
Botryocladia pseudodichotoma (Farlow) Kylin var.*pseudodichotoma*	B
Botryocladia uvarioides Dawson	B, H
ORDEN CERAMIALES	
Familia Ceramiaceae	
Antithamnionella breviramosa (Dawson) Womersley et Bailey	B, H
Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne	B, H, C
Ceramium affine Setchell et Gardner	B, H
Ceramium camouii Dawson	B
Ceramium caudatum Setchell et Gardner	C
Ceramium clarionensis Setchell et Gardner	B
Ceramium fimbriatum Setchell et Gardner	B
Ceramium flaccidum (Kützing) Ardissone	B, H, C
Ceramium hamatispinum Dawson	B
Ceramium ovalonae Dawson	C*
Ceramium zacae Setchell et Gardner	B*
Haloplegma mexicana Taylor	B
Pleonosporium abysicola Gardner	B, H

DIVISIÓN RHODOPHYTA	*Registro*
Pleonosporium mexicanum Dawson	B
Pleonosporium rhizoideum Dawson	B, H
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey	B, H
Tiffaniella saccorhiza (Setchell et Gardner) Doty et Meñez	B
Familia Dasyaceae	
Dasya pedicellata (C.Agardh) C.Agardh var. *stanfordiana* (Farl.) Daw.	B
Dasya baillouviana var. *stanfordiana* (Farlow) Norris	B
Familia Delesseriaceae	
Branchioglossum undulatum Dawson	B
Taenioma perpusillum (J. Agardh) J. Agardh	B
Familia Rhodomelaceae	
Bostrychia radicans (Montagne) Montagne	B, H
Bostrychia radicans (Montagne) Montagne f. *moniliforme* Post	B
Bryocladia thyrsigera (J.Agardh) Schmitz	B
Bryothamnion pacificum Taylor	B, H
Chondria arcuata Hollenberg	B, H
Chondria californica (Collins) Kylin	B, H
Chondria repens Bϕrgensen	B
Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh	H
Herposiphonia littoralis Hollenberg	B
Herposiphonia secunda (C. Ag.)Ambronn f. *tenella* (C. Agardh) Wynne	B, C
Herposiphonia verticillata (Harvey) Kylin	B
Laurencia decidua Dawson	B
Laurencia estebaniana Setchell et Gardner	B, H
Laurencia gardnerii Hollenberg	H
Laurencia hancockii Dawson	B, H, C
Laurencia papillosa (C. Ag.) Greville var. *pacifica* Setchell et Gardner	B, H
Micropeuce mucronata (Harvey) Kylin	B
Murrayellopsis dawsonii Post	C
Polysiphonia bajacali Hollenberg	C*
Polysiphonia confusa Hollenberg	C
Polysiphonia decussata Hollenberg	H
Polysiphonia hendryi Gardner	C*
Polysiphonia johnstonii Setchell et Gardner	C
Polysiphonia mollis Hooker et Harvey	B
Polysiphonia pacifica Hollenberg	B, H, C
Polysiphonia pacifica Hollenberg var. *delicatula* Hollenberg	B
Polysiphonia scopulorum var. *villum* (J. Agardh) Hollenberg	B
Polysiphonia sertularioides (Grateloup) J. Agardh	B, H
Polysiphonia simplex Hollenberg	B, H
Pterosiphonia dendroidea (Montagne) Falkenberg	C*
DIVISIÓN PHAEOPHYTA	
ORDEN ECTOCARPALES	
Familia Ectocarpaceae	
Ectocarpus parvus (Saunders) Hollenberg	B, H
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye	B, H
Ectocarpus simulans Setchell y Gardner	B
Feldemania indica (Sonder) Womersley et Bailey	B
Giffordia mitchelliae (Harvey) Hamel	C
Giffordia saundersii (Setchell et Gardner) Hollenberg et Abbott	C
Hincksia breviarticulata (J. Agardh) Silva	B
ORDEN RALFSIALES	
Familia Ralfsiaceae	
Hapalospongidion gelatinosum Saunders	B
Ralfsia californica Setchell et Gardner	B
Ralfsia confusa Hollenberg	B
Ralfsia fungiformis (Gunner) Setchell et Gardner	B
Ralfsia hesperia Setchell et Gardner	B
Ralfsia pacifica Hollenberg	B, H
ORDEN SPHACELARIALES	
Familia Sphacelariaceae	
Sphacelaria californica Sauvageau	B, H
Sphacelaria novae-hollandiae Sonder	B
Sphacelaria rigidula Kützing	B

DIVISIÓN PHAEOPHYTA	*Registro*
ORDEN DICTYOTALES	
Familia Dictyotaceae	
Dictyopteris sp.	C
Dictyota bartayresiana Lamouroux	B, H
Dictyota binghamiae J. Agardh	H
Dictyota ciliolata Kützing	B
Dictyota crenulata J. Agardh	B, H
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux	B, H, C
Dictyota divaricata Lamouroux	B
Dictyota flabellata (Collins) Setchell et Gardner	H
Dictyota johnstonii Setchell et Gardner	B
Dilophus pinnatus Dawson	B
Padina aff. *caulescens* Thivy	H, C
Padina caulescens (Thivy) Taylor	B, C
Padina crispata (Thivy) Taylor	B, H, C
Padina durvillaei Bory	B, H, C
Padina gymnospora (Kützing) Sonder	B, H, C
Padina mexicana Dawson	B, H
Padina pavonia Lamouroux	H
Padina pavonica (Linnaeus) Thivy	H
Padina tetrastomatica Hauck	B
Zonaria farlowii Setchell et Gardner	H
ORDEN SCYTOSIPHONALES	
Familia Chnoosporaceae	
Chnoospora minima (Hering) Papenfuss	B, H, C
Familia Scytosiphonaceae	
Colpomenia sinuosa (Roth) Derbés et Solier	C
Rosenvingea intrincata (J. Agardh) Bϕrgesen	B
ORDEN CHORDARIALES	
Familia Chordariaceae	
Compsonema secundum Setchell et Gardner	B
Compsonema secundum Setchell et Gardner f. terminale	B
Compsonema serpens Setchell et Gardner	B
ORDEN FUCALES	
Familia Sargassaceae	
Sargassum agardhianum Farlow	B
Sargassum asymmetricum Dawson	H
Sargassum brandegeei Setchell et Gardner	B
Sargassum horridum Setchell et Gardner	B
Sargassum howellii Setchell	B, H
Sargassum liebmanii J. Agardh	B, H, C
Sargassum liebmani J. Agardh var. l*iebmani*	H
Sargassum pacificum Bory	B, H
Sargassum pacificum Bory var. *megaphyllum* Taylor	B
Sargassum vulgare C. Agardh	B
DIVISIÓN CHLOROPHYTA	
ORDEN CTENOCLADALES	
Familia Ulvellaceae	
Phaeophila dendroides (P. Crouan et H. Crouan) Batters	B
ORDEN ULVALES	
Familia Ulvaceae	
Enteromorpha clathrata (Roth) Greville	B
Enteromorpha crinita Nees	B,C
Enteromorpha flexuosa (Wulfen) J. Agardh	B
Enteromorpha intestinalis (Linneaus) Nees	B,H,C
Enteromorpha lingulata J. Agardh	H
Enteromorpha linza (Linneaus) J. Agardh	B,H
Enteromorpha plumosa Kützing	B,H
Enteromorpha prolifera (Müller) J. Agardh	B,C
Ulva californica Wille	B
Ulva dactylifera Setchell et Gardner	B, H, C
Ulva expansa (Setchell) Setchell et Gardner	C
Ulva fasciata Delile	H
Ulva lactuca Linnaeus	B, H, C
Ulva lobata (Kützing) Setchell et Gardner	B
Ulva taeniata (Setchell) Setchell et Gardner	B,H

DIVISIÓN CHLOROPHYTA	*Registro*
ORDEN CLADOPHORALES	
Familia Cladophoracea	
Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützing	B, H
Chaetomorpha antennina (Bory) Kützing	B, H, C
Chaetomorpha clavata Kützing	B
Chaetomorpha linum (Müller) Kützing	B, H, C
Cladophora albida (Hudson) Kützing	B, H
Cladophora coelothrix Kützing	B
Cladophora laetiverens (Dillwyn) Kützing	C*
Cladophora liebetruthii Grunow in Piccone	B, H
Cladophora microcladioides Collins	C*
Cladophora prolifera (Roth) Kützing	H
Cladophora sericea (Hudson) Kützing	B
Cladophora vagabunda (Linneaus) van den Hoek	B, H, C
Rhizoclonium tortuosum (Dillwyn) Kützing	B, C
ORDEN SIPHONOCLADALES	
Familia Siphonocladaceae	
Cladophoropsis robusta Setchell et Gardner	B
= *Struveopsis robusta* (Setchell et Gardner) Rhyne et Robinson	
Boodlea composita (Harvey) Brand	B, H
Familia Anadyomenaceae	
Phyllodictyon anastomosans Harvey Kraft et Wynne	B
= *Struvea anastomosans* (Harvey) Piccone et Grunow ex Piccone	
Familia Valoniaceae	
Valoniopsis pachynema (Martens) Borgesen	B
ORDEN BRYOPSIDALES	
Familia Bryopsidaceae	
Bryopsis corticulans Setchell	B
Bryopsis galapaguensis Taylor	C*
Bryopsis hypnoides Lamouroux	B, H
Bryopsis pennata Lamouroux	B
Bryopsis pennatula J.Agardh	B, C
Derbesia marina (Lyngbye) Solier	B
Familia Caulerpaceae	
Caulerpa cupressoides (Vahl) C. Agardh	B, H
Caulerpa peltata Lamouroux	B, H, C
Caulerpa racemosa (Forkssal) J.Agardh var. *macrophysa* (Sonder ex Kützing)Taylor	H
Caulerpa racemosa (Forkssal) J. Agard var. *uvifera* (C. Agardh) J. Agardh	B
Caulerpa sertularioides (S.G. Gmelin) Howe	B, H
Familia Codiaceae	
Codium cuneatum Setchell et Gardner	B, H
Codium decorticatum (Woodward) Howe	B, H
Codium dichotomun (Hudson) S. F. Gray	H, C*
Codium giraffa Silva	B, H
Codium isabelae Taylor	B
Codium isthmocladum Vickers	B, H
Codium picturatum Pedroche et P.C. Silva	H
Codium santamariae Taylor	C*
Codium setchelli Gardner	B
Codium simulans Setchell et Gardner	C*
Familia Halimedaceae	
Halimeda cuneata Hering	B, H
Halimeda discoidea Decaisne	B, H
Halimeda opuntia (Linnaeus) Lamouroux	H
Halimeda tuna (Ellis et Solander) Lamouroux	H
Familia Udoteaceae	
Chlorodesmis hildebrandtii A. Geep et E. Geep	B
Chlorodesmis mexicana Taylor	B, H
ORDEN DASYCLADALES	
Familia Polyphysaceae	
Polyphysa parvula (Solms-Laub) Schnetter et Bula-Meyer	B, C

Simbología: B = Reporte bibliográfico; C = Recolectas propias; H = Registro de Herbario. * Nuevos registros para el litoral de Jalisco

Producción primaria en el Pacífico tropical mexicano estimada a partir de datos derivados de sensores remotos

Ramón Sosa Ávalos[*]
Marcos David Martínez Gaxiola[**]
Gilberto Gaxiola Castro[***]

Resumen

Se generaron imágenes compuestas que representan promedios mensuales de la producción primaria integrada en la zona eufótica (PP_{eu}), estimada con el modelo de producción vertical generalizado (VGPM), de octubre de 1997 a diciembre de 2002, a partir de la información derivada de los sensores SeaWiFS (Seaviewing Wide Field-of-view Sensor) y AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). La PP_{eu} en invierno fue 17% y 21% mayor que en verano y otoño, respectivamente, mientras que en primavera fue 11% más alta que la calculada en verano y 15% mayor que la de otoño. Existió una variabilidad estacional estadísticamente significativa en el invierno con respecto al verano y otoño. El intervalo promedio de la mediana de PP_{eu} se encontró entre 292 $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$ (1997) y 366 $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$ (2000), con un promedio general de 335 $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$ para toda la serie de tiempo. La PP_{eu} calculada para cada año presentó variabilidad interanual, ya que los valores de 1998 fueron diferentes a los de 2000 y 2001. De acuerdo con las variaciones de las anomalías de PP_{eu} estimadas para cada mes, se concluyó que el evento El Niño 1997-1998 afectó de manera negativa los valores de PP_{eu} entre octubre de 1997 y noviembre de 1999. Las anomalías positivas observadas a partir de diciembre de 1999 mostraron el final de dicho evento y el inicio del periodo sin El Niño, con valores altos de PP_{eu}, de hasta 437 $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$.

Palabras clave: Producción primaria en la zona eufótica (PP_{eu}), Océano Pacífico tropical mexicano, sensores remotos, El Niño.

Introducción

El conocimiento de la producción del fitoplancton marino es un proceso clave para entender el ciclo del carbono en el océano. Debido a que los organismos fotosintéticos son extremadamente eficientes en la fijación del carbono inorgánico disuelto (CO_2), se propicia el flujo de carbono de la superficie hacia el fondo oceánico (Falkowski *et al*., 1998). Algunos autores (Sarmiento *et al*., 1990; Antoine *et al*., 1996) afirman que este flujo es suficiente para mantener el contenido de CO_2 más bajo en las aguas superficiales como resultado de esa "bomba biológica". El uso de los sensores remotos para estimar la Producción Primaria (PP) desde la escala local hasta las grandes escalas regionales y globales, permite entender mejor el flujo de bióxido de carbono (CO_2) entre la atmósfera y el océano (IOCCG, 1999), y determinar la ubicación de las áreas productivas y su relación con las pesquerías de importancia comercial. Las zonas de surgencias de los océanos mundiales son ejemplos de alta productividad primaria con el consecuente incremento en la abundancia de las pesquerías (Mann y Lazier, 1996).

El desarrollo de una nueva generación de satélites con sensores capaces de evaluar el color del océano, casi en tiempo real (Sathyendranath *et al*., 1989), ha permitido obtener imágenes en la escala sinóptica y global de la biomasa del fitoplancton y realizar estimaciones de la tasa de fijación de carbono por estos organismos (Platt y Sathyendranath, 1988; Behrenfeld y Falkowski, 1997). Para lo cual se requiere, además de la información sobre la clorofila superficial, hacer estimaciones de parámetros fotosintéticos y variables bio-ópticas (Platt y Sathyendranath, 1988; Platt *et al*., 1991; Sathyendranath *et al*., 1996), tales como

* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Km 20 carretera Manzanillo-Barra de Navidad, Manzanillo, Col. Correo electrónico: rsosa@ucol.mx
** Centro de Estudios Tecnológicos del Mar, 3, Coral 2 Centro, La Cruz de Huanacaxtle, Nay. Correo electrónico: martinezgax@yahoo.com
*** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Km 107 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, BC. Correo electrónico: ggaxiola@cicese.mx.

la radiación fotosintéticamente activa (por sus siglas en inglés, PAR, 400-700 nm) a través de la columna de agua, y de la variabilidad espacial y temporal del coeficiente de absorción específico del fitoplancton (a_f^*) (Behrenfeld y Falkowski, 1997). Sin embargo, el problema principal de estas estimaciones es la extrapolación de las mediciones locales de los parámetros fotosintéticos y bio-ópticos a grandes áreas del océano, lo que constituye un reto de la oceanografía biológica (Sathyendranath *et al*., 1995; Longhurst *et al*., 1995).

En nuestro país las zonas más estudiadas, desde el punto de vista oceanográfico, son la parte oeste de la Península de Baja California y el Golfo de California, que han sido visitadas de forma sistemática por cruceros oceanográficos realizados por el programa California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI) de Estados Unidos de 1950 hasta 1972 (Bograd y Lynn, 2003). Desde octubre de 1997 el oeste de la Península es estudiado por el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) (Gaxiola-Castro y Najera-Martínez, 2002). En el Golfo de California se han realizado diversos trabajos oceanográficos por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). La Secretaría de Marina inició un programa oceanográfico para estudiar las aguas del Océano Pacífico tropical mexicano desde los estados de Sinaloa a Colima en 1994 (Secretaría de Marina, 1997); sin embargo, no se contempló la realización de experimentos de producción primaria en dicho programa. Desde noviembre de 2000 hasta junio de 2003, el CICESE en conjunto con la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, llevaron a cabo cruceros oceanográficos desde el norte de Guerrero hasta el sur de Sinaloa dentro del Programa Oceanográfico del Occidente de México (PROCOMEX), siendo quizás los primeros estudios en la zona en que se realizaron mediciones sistemáticas de producción primaria (López-Sandoval, 2004). El programa PROCOMEX se desarrolló como parte del proyecto multidisciplinario "Transformaciones y perspectivas de las actividades portuarias, pesqueras y turísticas en el litoral del Occidente de México", aprobado por Conacyt, y en cual participaron El Colegio de México, El Colegio de Michoacán, el CICESE y la Universidad de Colima. La Facultad de Ciencias Marinas en conjunto con el Instituto Oceanográfico del Pacífico (Secretaría de Marina) y el CICESE, continuaron en 2005 con las mediciones de productividad primaria en el Océano Pacífico tropical mexicano.

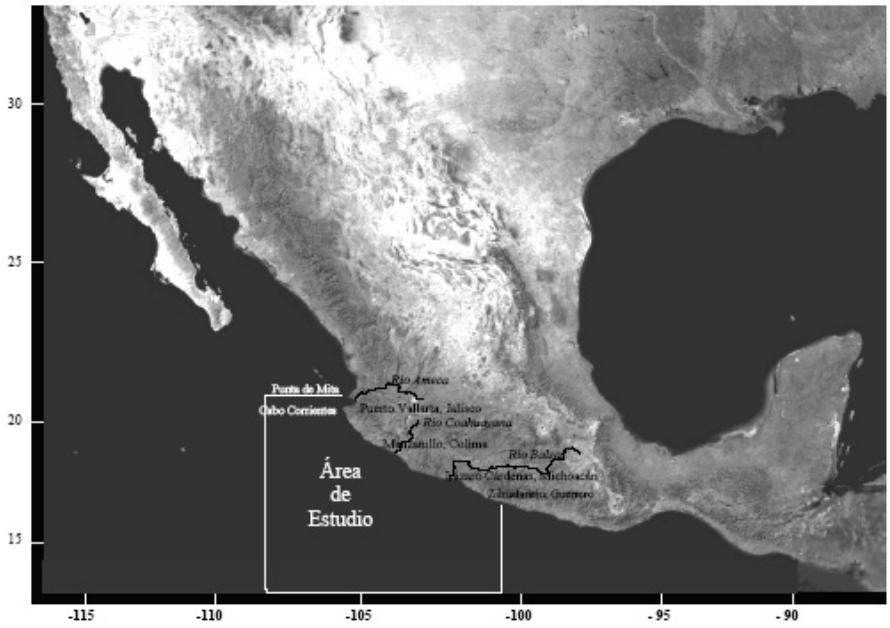
Las variaciones estacionales de las Corrientes de California (CC) y Costera de Costa Rica (CCCR) están íntimamente relacionadas con los ciclos estacionales de los forzamientos físicos (viento, evaporación y precipitación, flujos de calor). Esto mismo sucede en la escala interanual e interdecadal, en donde el efecto interanual más importante en la zona es el evento de El Niño-La Niña (Filonov *et al*., 2000; Zamudio *et al*., 2001). Se ha observado que El Niño ocasiona hundimiento de la termoclina por varias decenas de metros en la columna de agua (Castro *et al*., 2000; Filonov y Tereshchenko, 2000) y suprime la formación de surgencias locales desde Cabo Corrientes hasta el Golfo de Tehuantepec (Zuria-Jordán *et al*., 1995; Aguirre-Gómez *et al*. 2003), lo que disminuye la productividad primaria con serias consecuencias sobre las pesquerías en toda esta región (Barber y Chavez, 1983).

Con el objetivo de describir la variabilidad de la PP durante El Niño, y en condiciones sin éste frente a las costas del occidente de México, en este trabajo se describe la variabilidad mensual, estacional e interanual de la producción primaria integrada en la zona eufótica (PP_{eu}, $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$) estimada por el modelo VGPM (Vertically Generalized Production Model, por sus siglas en inglés) descrito por Behrenfeld y Falkowski (1997). Las estimaciones se realizaron a partir de imágenes de clorofila y radiación fotosintéticamente activa (PAR) derivadas de SeaWiFS e imágenes de temperatura superficial del mar medidas por el AVHRR.

Métodos y materiales

El área de estudio comprende desde los 12° a 21° N; 100° a 109° O (Fig. 1), dentro de la cual fluye la corriente costera más importante del Pacífico Oriental tropical; la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR). Wyrtki (1965) muestra cuatro periodos del año en las variaciones intra-anuales de la CCCR: *a)* entre junio y julio; esta corriente se mueve a lo largo de la costa de América Central y México hasta Cabo Corrientes; *b)* de agosto a diciembre se desvía hacia el oeste después de pasar el Golfo de Tehuantepec; *c)* a partir de enero y hasta marzo, la CCCR fluye directamente hacia el oeste entre los 9° N y 12° N; *d)* durante abril y mayo el brazo de la corriente se dirige hacia el Golfo de Tehuantepec y se desarrolla nuevamente. Filonov *et al*. (2000) reportaron valores máximos de temperatura de 29.3 °C en agosto y mínima de 23.7 °C en febrero, salinidad máxima de 34.58 y mínima de 33.31 en octubre frente a las costas de Jalisco y Colima. La velocidad de la corriente en el área de estudio es muy variable con promedios de 10 $cm \cdot s^{-1}$ al sureste del Morro de Papanoa, Guerrero, 24 $cm \cdot s^{-1}$ y 22 $cm \cdot s^{-1}$ en

Figura 1
Localización del área de estudio comprendida desde 12° a 21° N hasta 100° a 109° O



Barra de Navidad y Cabo Corrientes, Jalisco, respectivamente y 11 cm·s^{-1} en Punta de Mita, Nayarit. La concentración de los nutrientes inorgánicos aumenta con la profundidad, con valores más altos cerca de la costa en Lázaro Cárdenas y Cabo Corrientes (Secretaría de Marina, 1997). Lluch-Cota *et al*. (1997) promediaron concentraciones mensuales de pigmentos y encontraron que la región del Pacífico Occidental mexicano (100-105° O y 8-18° N) es permanentemente oligotrófica debido a que las concentraciones de pigmentos son menores a 0.2 mg·m^{-3} en comparación con las regiones central (Golfo de Tehuantepec) y oriental (Golfo de Papagayo) definidas como eutróficas con concentraciones mayores a 0.3 mg·m^{-3}.

En la estimación de la producción primaria integrada en la zona eufótica (PP_{eu}) se utilizó el modelo de producción vertical generalizado (VGPM, por sus siglas en inglés) (Behrenfeld y Falkowski, 1997), el cual incluye los siguientes parámetros:

- La tasa máxima de fijación de carbono en la columna de agua normalizada por la concentración de clorofila [P^B_{opt}, mg C·(mg Chl-*a*)$^{-1}$·h^{-1}], que se calcula a partir de un polinomio de séptimo orden en función de la temperatura superficial del mar (T) medida por el sensor satelital AVHRR:[1]

Ec. 1

$$P^B_{opt} = -3.27x10^{-8}T^7 + 3.4132x10^{-6}T^6 - 1.348x10^{-4}T^5 + 2.462x10^{-3}T^4 - 0.0205T^3 + 0.0617T^2 + 0.2749T + 1.2956$$

- La irradiancia superficial diaria o PAR [E_0, Einstein m^{-2}d^{-1}], obtenida del sensor satelital SeaWiFS.[2]
- La concentración de clorofila superficial [$C_{sat,}$ mgChl-*a*·m^{-3}], cuyos valores se derivaron del sensor remoto SeaWiFS.
- La profundidad de la zona eufótica [Z_{eu}, 1% de E_0, m]. Este parámetro se calcula a partir de una relación empírica con la concentración de clorofila superficial medida por el sensor remoto SeaWiFS (Morel y Berthon, 1989):

Ec. 2 $$Z_{eu} = 54.01 \cdot C_{sat}^{-0.342}$$

- La duración del día-luz [D_{irr}, horas], estimada a partir de la ubicación geográfica de los píxeles y de los atributos "día de inicio" y "día final" incorporados en forma estándar en las imágenes del sensor SeaWiFS.
- La producción primaria integrada en la zona

1. AVHRR: *http://podaac.jpl.nasa.gov/sst/*

2. SeaWiFS: *http://daac.gsfc.nasa.gov/campaign_docs/ocdst/ob_main.html*

eufótica (PP_{eu}, $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) se obtiene de acuerdo con el modelo de producción vertical generalizado (VGPM):

$$\text{Ec. 3} \quad PP_{eu} = 0.66125 \cdot P_{opt}^{B} \cdot \left[\frac{E_0}{E_0 + 4.1} \right] \cdot Z_{eu} \cdot C_{sat} \cdot D_{irr}$$

Para la estimación de la clorofila superficial, la irradiancia PAR y la temperatura superficial del mar, se usaron imágenes compuestas mensuales (promedios) de color del mar y de temperatura superficial nivel 3, registradas por los sensores SeaWiFS y AVHRR, respectivamente, desde octubre de 1997 hasta diciembre de 2002. El lanzamiento al espacio del satélite con el sensor SeaWiFS ocurrió en agosto de 1997, pero hasta octubre de ese mismo año empezó a proporcionar datos confiables y válidos. Por ello que en este trabajo sólo se presentan datos de PP_{eu} de tres meses de 1997. Las imágenes mensuales fueron elaboradas a partir de la información diaria colectada por estos dos sensores.

Todas las imágenes procesadas fueron nivel 3, formato HDF (Hierarchichal Data Format) con una resolución espacial de 9 km. El procesamiento de las imágenes y la aplicación del modelo VGPM se realizó con el *software* Windows Image Manager (WIM) versión 5.0 (*http://www.winsoft.com*).

A partir del conjunto total de imágenes de la PP_{eu} de cada uno de los meses se obtuvo la mediana, que se tomó como referencia para estimar las anomalías a partir de la diferencia $X_i - \overline{X_i}$, donde X_i es el valor de PP_{eu} para un mes determinado y $\overline{X_i}$, es el promedio de la mediana de ese mes en toda la serie de tiempo (Behrenfeld *et al*., 2001).

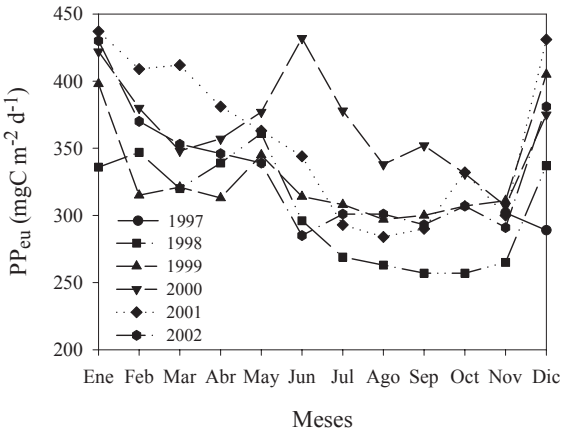
También se generaron imágenes representativas de la PP_{eu} promedio anual para el periodo estudiado.

Los datos de la PP_{eu} de las imágenes compuestas mensuales se agruparon por estación del año de acuerdo con el esquema propuesto por Platt *et al*. (1991): invierno (diciembre, enero y febrero), primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto) y otoño (septiembre, octubre y noviembre). Se utilizó la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis (ANDEVA de una vía) para comparar el promedio de la mediana de la PP_{eu} por mes, por estación del año y entre años (interanual). Cuando existieron diferencias estadísticas en alguna de las comparaciones (entre meses, estaciones del año y años) se aplicó la prueba *a posteriori* de Tukey para conocer cuáles meses, estaciones o años fueron diferentes a los demás, a 5% de significancia.

Resultados

El intervalo de la mediana de PP_{eu} en el periodo de estudio fue de 257 a 437 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ (Tabla 1). El promedio mensual más alto se registró en el mes de enero, y fue de 405 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ y el más bajo de 296 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ en noviembre. En general, los máximos valores de PP_{eu} se estimaron en los meses de diciembre, enero y febrero y los mínimos de julio a noviembre (Fig. 2). Por medio del análisis de Kruskal-Wallis se observaron variaciones de la PP_{eu} entre los meses. De acuerdo con el método de Tukey se encontró que la PP_{eu} calculada en los meses de enero y diciembre fue estadísticamente diferente a la registrada de julio a noviembre.

Figura 2
Variabilidad mensual de la producción primaria (PP_{eu}) promedio para toda la zona de estudio durante un periodo de cinco años, estimada por el modelo de Behrenfeld y Falkowski (1997) a partir de imágenes mensuales promedio de clorofila, radiación fotosintéticamente activa y temperatura superficiales derivadas de sensores remotos



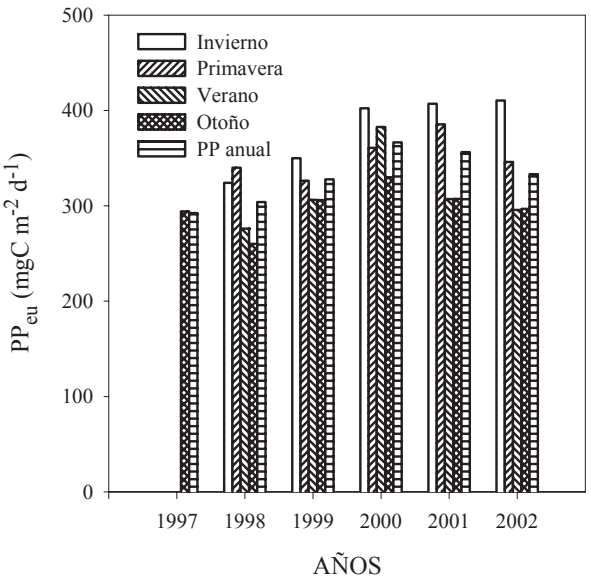
Los valores de la mediana de PP_{eu} por estación del año fueron 379 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, 352 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, 314 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ y 299 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ para invierno, primavera, verano y otoño, respectivamente, aunque los cambios entre invierno y primavera no fueron significativos, al igual que entre verano y otoño. El análisis de Kruskal-Wallis mostró variabilidad estacional de la PP_{eu} y por medio de la comparación *a posteriori* de Tukey, se encontró que la PP_{eu} calculada en invierno fue estadísticamente diferente a la de verano y otoño (Fig. 3).

El promedio anual de la mediana de PP_{eu} varió de 304 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ en 1998 a 366 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ en el año 2000 (Tabla 1), y fue 20 % mayor que en 1998.

Tabla 1
Mediana de la producción primaria para toda el área de estudio estimada por el modelo de Behrenfeld y Falkowski (1997). Los valores están expresados en $mgC \cdot m^{-2}\ d^{-1}$ y los números entre paréntesis representan el error estándar del promedio de la mediana

	Años						
Meses	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*	*2001*	*2002*	*Promedio*
Enero		336	398	422	437	430	405 (6.8)
Febrero		347	315	380	409	370	364 (20.6)
Marzo		320	321	348	412	353	351 (18.4)
Abril		339	313	357	381	346	347 (15.8)
Mayo		361	345	377	363	339	357 (16.7)
Junio		296	314	432	344	285	334 (11.1)
Julio		269	308	378	293	301	310 (6.8)
Agosto		263	297	338	284	301	297 (26.4)
Septiembre		257	300	352	290	293	298 (18.3)
Octubre	286	257	307	331	332	307	303 (12.3)
Noviembre	302	265	311	307	300	291	296 (15.3)
Diciembre	289	337	405	375	431	381	370 (11.6)
Promedio	*292 (5)*	*304 (12)*	*328 (11)*	*366 (10)*	*356 (17)*	*333 (13)*	

Figura 3
Variabilidad estacional y anual de la producción primaria (PP_{eu}) calculada por el modelo VGPM de Behrenfeld y Falkowski (1997)

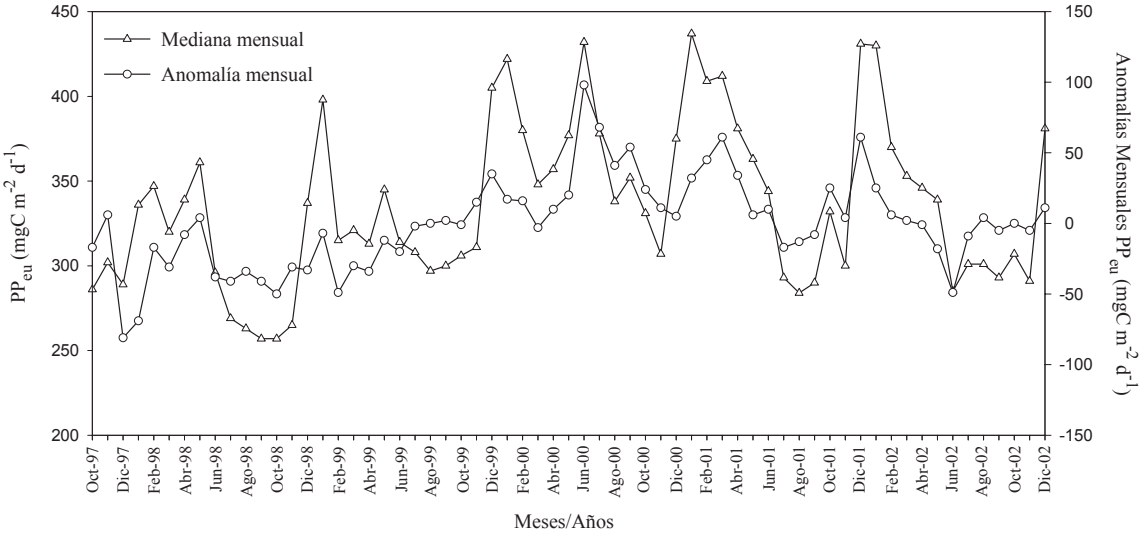


En la *tabla 1* se observó que los valores de PP_{eu} más bajos se registraron en 1998, mientras que los más altos fueron calculados en el año 2000. En 1997 sólo se presentaron datos de octubre a diciembre (véase Métodos), cuyo promedio fue de 292 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$. Aunque, si bien estos tres valores son insuficientes para representar el promedio de 1997, es la única información válida de ese año. El método estadístico Kruskal-Wallis mostró que existió variabilidad interanual de la PP_{eu} durante el periodo de estudio, mientras que el análisis *a posteriori* de Tukey permitió determinar que la mediana de la PP_{eu} calculada para el año 1998 fue menor ($p<0.05$) a la estimada en los años 2000 y 2001 (Fig. 3). Debido al número de datos obtenidos en 1997, éstos no fueron incluidos en la comparación interanual de la PP_{eu}.

La presencia del evento El Niño en el Pacífico mexicano entre Guerrero y Nayarit afectó la PP_{eu} ya que desde octubre de 1997 hasta noviembre de 1999 los valores se mantuvieron por debajo del promedio de la mediana (335 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$), mientras que de 2000 a 2002, cuando predominó la fase fría (La Niña), se registraron valores por arriba de ese valor durante gran parte del año (Tabla 1). La *figura 4* muestra las anomalías de la PP_{eu} ($mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) a lo largo de la serie de tiempo, en donde se observa que El Niño afectó negativamente la PP_{eu} de 1997 a noviembre de 1999 en el área de estudio ubicada frente a las costas de Guerrero a Nayarit, mientras que La Niña tuvo un efecto positivo, como lo muestran las anomalías de PP_{eu} registradas desde diciembre de 1999 hasta el año 2002. Las anomalías positivas fueron más notorias en el invierno y la primavera.

Las imágenes anuales promedio de PP_{eu} derivadas de la información de satélite sobre el área de estudio mostraron valores entre 300 y 500 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ en la región oceánica y de hasta 1 500 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ cerca de la costa (Fig. 5). En la imagen de 1997 se observaron las tasas de PP_{eu} más bajas de todo el periodo de estudio y sólo en la vecindad de Bahía Banderas y de la desembocadura del río Balsas se registraron datos de aproximadamente 400 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$. En la imagen de 1998 la PP_{eu} presentó valores del orden de los 800

Figura 4
Variabilidad interanual y anomalías mensuales de la producción primaria integrada en la zona eufórica (PP_{eu})



$mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ frente a la costa de Jalisco ubicada entre los paralelos 105° O y 106° O, aunque disminuyó hacia el límite con el estado de Colima, donde se registraron tasas de aproximadamente 500 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$. A partir de las imágenes de 1999 y hasta las de 2002 se calcularon valores de PP_{eu} entre 700 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ a 1 500 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ que se extendieron a lo largo de toda la costa del área de estudio. La producción primaria fue más alta frente a las costas de Jalisco y Nayarit, con una influencia de ~135 km en el año 2000. Hacia el sur del área de estudio (100° O a 105° O) los valores de la PP_{eu} fueron del orden de 800 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ localizados cerca de la costa en una franja de aproximadamente 30 km (Fig.5; imágenes anuales de 1999 a 2002).

Discusión

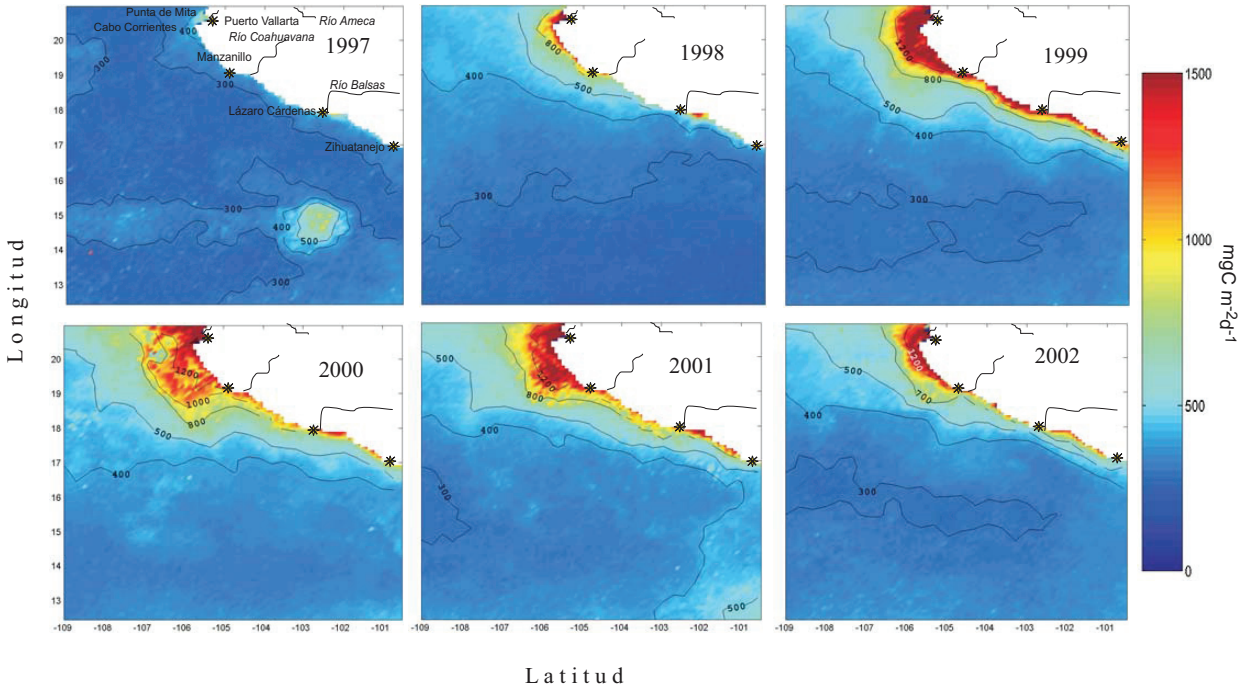
Durante los meses de diciembre a mayo se detectaron valores altos de PP_{eu} frente a Punta de Mita, Nayarit y Cabo Corrientes, Jalisco, debidos a la presencia de los vientos del noroeste que ocasionan eventos de surgencias (Zuria-Jordán *et al*., 1995). Lara-Lara y Bazán-Guzmán (2005) reportaron valores promedio de producción primaria integrada en la zona eufótica para enero de 1989 de 170 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ frente a Puerto Vallarta, menor al promedio de los eneros (1998-2002) calculado en este trabajo (405 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$). Sosa-Ávalos *et al*. (2004) registraron afloramientos de agua subsuperficial, rica en nutrientes, con alta concentración de clorofila y producción primaria *in situ* de hasta 158 $mgC \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ (~ 1 900 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) frente a Zihuatanejo en mayo de 2001, aproximadamente cinco veces el promedio del mes de mayo obtenido para la serie de tiempo. Procesos físicos de corto periodo (remolinos, ondas internas y movimientos de surgencia), como los observados por Lavín-Peregrina *et al*. (2003) en la zona de estudio, pueden contribuir a incrementar la producción primaria en áreas muy localizadas. Fiedler *et al*. (1991) encontraron que cuando la termoclina es somera permite la circulación vertical y la mezcla de agua con mayor concentración de nutrientes disponibles para las poblaciones de fitoplancton, con lo cual aumenta la producción primaria dentro de la zona eufótica.

En los meses cálidos, que comprenden el verano y el inicio del otoño, los valores de PP_{eu} fueron bajos como resultado de una termoclina más profunda, que limita la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton en la zona eufótica (Fiedler *et al*., 1991; Zuria-Jordan *et al*., 1995) y de la influencia de agua oligotrófica proveniente de la CCCR (Zamudio *et al*., 2001; Beier *et al*., 2003).

Gaxiola-Castro y Müller-Karger (1998) observaron patrones estacionales similares en el Golfo de Tehuantepec a partir de imágenes mensuales de clorofila obtenidas por el sensor Coastal Zone Color Scanner (CZCS), con altas concentraciones de pigmentos fotosintéticos en invierno y primavera, y bajas durante el verano. Estos valores altos están asociados al esfuerzo del viento que induce un flujo superficial de Ekman, que transporta nutrientes hacia la zona eufótica.

Los altos valores de PP_{eu} mostrados en las imágenes anuales en la zona de Cabo Corrientes a Punta

Figura 5
Imágenes promedio anuales de producción primaria calculadas para la zona de estudio



Para 1997 únicamente se utilizaron las imágenes de octubre a diciembre. Las isolíneas representan valores de producción primaria expresados en mgC•m^{-2} d^{-1}.

de Mita y frente a Lázaro Cárdenas a partir de 1999 hasta el año 2002, podrían ser el resultado de la presencia de una termoclina somera y de la presencia de surgencias costeras (Fiedler *et al*., 1991; Zuria-Jordan *et al*., 1995; Gaxiola-Castro y Müller-Karger, 1998; López-Sandoval, 2004; Sosa-Ávalos *et al*., 2004). La PP_{eu} disminuyó considerablemente de 1997 a 1998 como consecuencia del evento El Niño de 1997-1998, que provoca una termoclina más profunda y mayor intrusión de agua oligotrófica. La zona oceánica, que conforma la mayor parte del área de estudio, presentó valores bajos de PP_{eu}, debido a menor concentración de clorofila en la zona eufórica.

Filonov y Tereshchenko (2000) observaron que la termoclina es más somera en los meses de invierno y primavera de años sin El Niño que durante El Niño. Barber y Chavez (1986), Barber y Kogelschatz (1990) y Fiedler *et al*. (1992) encontraron en los eventos El Niño que la termoclina es más profunda cerca de la costa y disminuye la entrada de nutrientes hacia aguas superficiales, lo que limita la producción primaria. Fiedler *et al*. (1992) concluyeron que la variabilidad interanual en los gradientes de presión atmosférica, vientos superficiales, temperatura superficial del mar, profundidad de la termoclina y producción biológica en el Océano Pacífico tropical fue dominada por eventos El Niño.

El efecto de El Niño fue registrado en el Pacífico tropical desde otoño de 1997 hasta finales de 1998. Sin embargo, los cambios asociados al evento pueden persistir incluso por unos meses más, después de que éste haya terminado (Fiedler, 2002). Posiblemente esto fuese el origen de los bajos valores de PP_{eu} hasta noviembre de 1999, en lugar de que se incrementaran después de noviembre de 1998, de manera similar a lo reportado por Chavez *et al*. (1998) en el Pacífico Ecuatorial. Las anomalías positivas obtenidas a partir de diciembre de 1999 mostraron una importante recuperación en los valores de PP_{eu}, quizás como resultado de la disminución de los efectos negativos ocasionados por El Niño.

Conclusiones

El conocimiento de las fluctuaciones temporales y espaciales de la producción primaria permite entender el papel del océano en el ciclo del carbono inorgánico (CO_2) y su efecto sobre el cambio del clima. Además, estas variaciones pueden afectar de manera significativa la sobrevivencia y el desarrollo de los organismos

de niveles tróficos mayores. En el presente capítulo se describió la variabilidad espacial y temporal de la PP_{eu} en condiciones de El Niño y sin El Niño en la costa occidental de México desde octubre de 1997 hasta diciembre de 2002, con las siguientes conclusiones:

a) Los valores máximos de PP_{eu} se registraron en los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que los mínimos se presentaron de julio a noviembre de cada año.
b) Se observó variabilidad estacional de la PP_{eu}, con los valores de invierno significativamente diferentes a los de verano y otoño.
c) Asimismo, se determinó variabilidad interanual durante el periodo de estudio, en la cual la PP_{eu} en 2000 y 2001 fue mayor que la obtenida en los años 1998, 1999 y 2002.
d) De octubre de 1997 a noviembre de 1999 se obtuvieron anomalías negativas de PP_{eu} como resultado de la presencia de El Niño en el área de estudio. Por el contrario, fueron positivas desde diciembre de 1999 a diciembre de 2002.

Agradecimientos

Agradecemos a los proyectos del Conacyt Oceanografía por Satélite Fase-1 (DAJJ002/750/00) y G35326-T por los apoyos otorgados. A CICESE y PROCOMEX. RSA tuvo una beca de la Universidad de Colima, PROMEP (UCO-98/05/01). Al COSNET y a la DGCYTM por el apoyo otorgado a MDMG para sus estudios de doctorado. NASA por las imágenes de clorofila, PAR y temperatura superficial del mar.

Referencias bibliográficas

AGUIRRE-GÓMEZ, R., O. Salmerón y R. Álvarez. 2003. Effects of ENSO off the southwest coast of Mexico, 1996-1999. *Geofísica Internacional*, 42:377-288.

ANTOINE, D., J.M. André y A. Morel. 1996. Oceanic primary production, 2. Estimation at global scale from satellite (Coastal Zone Color Scanner) chlorophyll. *Global Biogeoch. Cycles*, 10:57-69.

BARBER, R.T. y F.P. Chavez. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science*, 222:1203-1210.

BARBER, R.T. y F.P. Chavez. 1986. Ocean variability in relation to living resources during the 1982-1983 El Niño. *Nature*, 319:279-285.

BARBER, R.T. y J.E. Kogelschatz. 1990. Nutrients and productivity during the 1982/83 El Niño. En: P.W. Glynn (ed.). *Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation.* Elsevier, Amsterdan, pp. 21-53.

BEHRENFELD, M.J. y P.G. Falkowski. 1997. Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. *Limnol. Oceanogr*., 42:1-20.

BEHRENFELD, M.J., J.T. Randerson, C.R. McClain, G.C. Feldman, S.O. Los, C.J. Tucker, P.G. Falkowski, C.B. Field, R. Frouin, W.E. Esaias, D.D. Kolber y N.H. Pollack. 2001. Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*, 291:2594-2597.

BEIER, E., M.F. Lavín-Peregrina, J. Gómez-Valdés, V.M. Godínez-Sandoval y J. García-Córdoba. 2003. La Corriente Costera Mexicana. Memorias Reunión anual 2003 de la Unión Geofísica Mexicana. GEOS. Época II, 23(2): 152

BOGRAD, S.J. y R.J. Lynn. 2003. Long-term variability in the Southern California Current System. *Deep-Sea Res*., 50: 2355-2370.

CASTRO, R., A.S. Mascarenhas, R. Durazo y C.A. Collins. 2000. Seasonal variation of the temperature and salinity at the entrance to the Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 26:561-583.

CHAVEZ, F.P., P.G. Strutton y M.J. McPhaden. 1998. Biological-physical coupling in central equatorial Pacific during the onset of the 1997-98 El Niño. *Geophys. Res. Lett*., 25:3543-3546.

FALKOWSKI, P.G., M.J. Behrenfeld, W.E. Esaias, W. Balch, J. Campbell, R.L. Iverson, D.A. Kiefer, A. Morel y J.A. Yoder. 1998. *Satellite primary productivity data and algorithm development: A science plan for mission to planet Earth.* SeaWiFS Technical Report Series, 42:1-36.

FIEDLER, P.C. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser*., 244:265-283.

FIEDLER, P.C, F.P. Chavez, D.W. Behringer y S.B. Reilly. 1992. Physical and biological effects of Los Niños in the eastern tropical Pacific, 1986-1989. *Deep-Sea Res.*, 39:199-219.

FIEDLER, P.C., V. Philbrick y F.P. Chavez. 1991. Oceanic upwelling and productivity in the eastern tropical Pacific. *Limnol. Oceanogr*., 36:1834-1850.

FILONOV, A. y I. Tereshchenko. 2000. El Niño 1997-98 monitoring in mixed layer at the Pacific Ocean near Mexico's West Coast. *Geophys. Res. Lett*., 27:705-707.

FILONOV, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzon, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Season variability of the temperature and salinity fields in the coastal zone of the states of Jalisco and Colima Mexico. *Ciencias Marinas*, 26(2):303-321.

GAXIOLA-CASTRO, G. y F. Müller-Karger. 1998. Seasonal phytoplankton pigment variability in the Eastern Tropical Pacific Ocean as determined by CZCS imagery. En: R. A. Brown (ed.). *Remote Sensing Tropical Pacific Ocean by Satellites.* Earth Ocean and Space, Glebe Pty. Ltd. pp:271-277.

GAXIOLA-CASTRO, G. y S. Nájera-Martínez. 2002. The mexican oceanographic North Pacific program: IMECOCAL. *PICES Scientific Report*, 20:14-16.

IOCCG. 1999. Status and plans for satellite ocean colour missions: Considerations for complementary missions. En: J.A. Yoder (ed.). *Reports of the International Ocean Colour Coordinating Group, 2*, IOCCG, Dartmouth, Canadá. 43p.

LARA-LARA, R. y C. Bazán-Guzmán. 2005. Distribución de clorofila y producción primaria por clases de tamaño en la costa del Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*, 31:11-21.

LAVÍN-PEREGRINA, M.F., J. Gómez-Valdés, V. Godínez-Sandoval, J. García-Córdoba y E. Beier. 2003. Observaciones de corrientes frente a las costas del suroeste de México. Memorias Reunión anual 2003 de la Unión Geofísica Mexicana. GEOS. Época II, 23(2):152

LONGHURST, A., S. Sathyendranath, T. Platt y C. Caverhill. 1995. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *J. Plankton Res*., 17:1245-1271.

LÓPEZ-SANDOVAL, D.C. 2004. *Estimación de la productividad primaria en el Pacífico central mexicano*. Tesis de Licenciatura,

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Manzanillo. 38p.

Lluch-Cota S., S. Álvarez-Borrego, E. Santamaría-del Ángel, F.E. Muller-Karger y S. Hernández-Vázquez. 1997. The Gulf of Tehuantepec and adjacent areas: spatial and temporal variation of satellite-derived photosynthetic pigments. *Ciencias Marinas*, 23:329-340.

Mann, K.H. y J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of marine ecosystems: Biological-physical interactions in the oceans.* Blackwell Science, eu. 394p.

Morel, A. y J. Berthon. 1989. Surface pigments, algal biomass profiles, and potential production of the euphotic layer: Relationships reinvestigated in view of remote-sensing applications. *Limn. Oceanogr*., 34:687-701.

Platt, T., C.M. Caverhill y S. Sathyendranath. 1991. Basin-scale estimates of oceanic primary production by remote sensing: the North Atlantic. *J. Geophys. Res.*, 96:15147-15159.

Platt, T. y S. Sathyendranath. 1988. Oceanic primary production: Estimation by remote sensing at local and regional scales. *Science*, 241:1613-1620.

Sarmiento, J.L., G. Thiele, R.M. Key y W.S. Moore. 1990. Oxygen and nitrate new production and remineralization in the North Atlantic subtropical gyre. *J. Geophys. Res*., 95:18303-18315.

Sathyendranath, S., A. Longhurst, C.M. Caverhill y T. Platt. 1995. Regionally and seasonally differentiated primary production in the North Atlantic. *Deep-Sea Res*., 42:1773-1802.

Sathyendranath, S., T. Platt, C.M. Caverhill, R.E. Warnock y M.R. Lewis. 1989. Remote sensing of oceanic primary production: Computations using a spectral model. *Deep-Sea Res*., 36:431-453.

Sathyendranath, S., T. Platt, V. Stuart, B.D. Irwin, M.J.W. Veldhuis, G.W. Kraay y W.G. Harrison. 1996. Some bio-optical characteristics of phytoplankton in the nw Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser*., 132:299-311.

Secretaría de Marina. 1997. *Estudio de oceanografía aplicada en los litorales de los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima*. Reporte interno, Manzanillo, Colima, México. 118p.

Sosa-Ávalos, R., D.C. López-Sandoval, A. Olivos-Ortiz, G. Gaxiola-Castro y E. Aguirre-Hernández. 2004. Estimación de la producción primaria frente a las costas del Pacífico central mexicano. *Memoria de la xiii Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología*, Nuevo Vallarta, México. p. 65

Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Comisión*, 9(5):269-304.

Zamudio, L., A.P. Leonardi, S.D. Meyers y J.J. O'Brien. 2001. enso and eddies on the southwest coast of Mexico. *Geophys. Res. Lett*., 28:13-16.

Zuria-Jordan, I.L., S. Álvarez-Borrego, E. Santamaría-del-Ángel y F.E. Müller-Karger. 1995. Estimación de la biomasa fitoplanctónica, derivada de datos de satélite, frente a Baja California Sur. *Ciencias Marinas*, 21:265-280.

Registro de eventos de Marea Roja en Manzanillo, Colima (1986-2004)

Juan Héctor Ortiz Lira[*]
María del Carmen Jiménez Quiroz[**]

Resumen

Se presenta un registro de los eventos de marea roja que ocurrieron en el puerto de Manzanillo (Colima) entre 1986 y 2004, con el propósito de reconocer las especies causantes y sus efectos. El muestreo no fue continuo, por lo que se incluyen en este trabajo tres tipos de información: *1)* especie(s) y su densidad celular; *2)* especie(s); *3)* presencia de marea. Las microalgas fueron identificadas y contabilizadas con el método de Utermöhl. En los 10 años analizados se detectaron 35 eventos: 19 en las bahías de Manzanillo y Santiago (10 años), 11 en el Puerto Interior (tres años) y cuatro en la laguna de Juluapan (tres años). Los florecimientos fueron más frecuentes en marzo y mayo, en particular durante los años en los que se presentó la fase fría del ENSO. Se identificaron 11 especies de dinoflagelados, un silicoflagelado, una diatomea y un protozoario ciliado. La especie más común fue el ciliado *Myrionecta rubra* (= *Mesodinium rubrum)*. La mayoría de los eventos fue inocua, excepto el registrado en diciembre de 2001, formado por el dinoflagelado *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*, y que mató algunos peces. Se discute la posibilidad de que la frecuencia de las mareas rojas se haya incrementado por el crecimiento urbano del puerto de Manzanillo.

Palabras clave: Marea roja, dinoflagelados, Manzanillo *Myrionecta rubra, Cochlodinium* sp.

Introducción

Los florecimientos de microorganismos pueden tener efectos negativos en el resto del ecosistema, que abarcan desde daños mecánicos a las branquias y otros órganos, intoxicaciones, anoxia y cambios en el ambiente físico, hasta la alteración de las cadenas tróficas (Horner *et al.*, 1997; Smayda, 1997). Los microorganismos causantes de estos eventos incluyen protozoarios, bacterias, cianofíceas, haptofitas, rafidofitas y algunas especies de diatomeas y dinoflagelados (Ochoa *et al.*, 2002); no obstante, puesto que la mayoría son microalgas, se les conoce como Florecimientos Algales Nocivos o FAN (Taylor y Trainer, 2002). También se les denomina mareas rojas, porque es común que el agua adquiera ese color (Gómez-Aguirre, 1998); sin embargo, algunos florecimientos compuestos por especies tóxicas, como *Alexandrium* sp., pueden ser nocivos antes de que produzcan cambios de coloración (Smayda, 1997). La frecuencia y la extensión de las mareas rojas se han incrementado en los últimos años, con pérdidas para la industria turística, las pesquerías y la maricultura de muchos países (Cortés-Altamirano, 2002; Ochoa, 2003).

Las mareas rojas son el resultado de la interacción de factores biológicos, antropogénicos y ambientales. Entre los primeros se encuentra la presencia de especies productoras de mareas rojas y sus formas de resistencia (quistes), mientras que entre los segundos, está la fertilización derivada de la contaminación (Kim *et al.,* 2004) o de otras fuentes, como las piscifactorías. Entre los factores ambientales se destacan las surgencias y el aporte de nutrientes producto de la interacción océano-atmósfera, los escurrimientos continentales resultantes de fenómenos meteorológicos, los procesos de mezcla en la columna de agua (Lalli y Parsons, 1996), así como diversos procesos hidrodinámicos que favorecen la acumulación del fitoplancton (Cortés-Altamirano y Páez-Osuna, 1998). Algunos eventos climáticos de mediano plazo como

* Facultad de Ciencias Marinas, UdeC. Correo electrónico: ortizli@ucol.mx
** CRIP Manzanillo. Instituto Nacional de la Pesca. Apdo. Postal 591. Manzanillo, Col. Correo electrónico: mcjquiroz@hotmail.com, mcjquiroz@yahoo.com.mx

El Niño y La Niña, también influyen en la frecuencia de los FAN (Ochoa, 2003).

La actividad del hombre ha producido condiciones particularmente favorables para estos florecimientos, como es el caso del agua de lastre utilizada en los barcos. Algunos organismos transportados en este medio pueden desplazar a las poblaciones autóctonas y perjudicar a otras especies cuando son depositados en un ambiente favorable para ello (Hallegraeff, 1998).

Las microalgas nocivas y tóxicas amenazan la salud de los seres humanos cuando éstos consumen peces y mariscos contaminados (Tabla 1). En México los reportes oficiales de brotes de intoxicación debidos a la presencia de marea roja son escasos y no se ha podido estimar su frecuencia, ya que el personal de salud ignora o confunde los síntomas de este tipo de intoxicaciones. Los envenenamientos por ficotoxinas se han presentado principalmente en Oaxaca, Guerrero, Chiapas y Sinaloa (Mee *et al.*, 1986; Cortés-Altamirano *et al.*, 1993; Cortés-Altamirano, 1998; Ochoa *et al*., 2002).

En la costa del estado de Colima se han identificado mareas rojas desde la década de los ochenta. Baltierra-Rodríguez *et al.* (1983) reportaron un evento en la Laguna de Cuyutlán, formado por *Gonyaulax* sp. *y Gymnodinium* sp., que ocasionó mortalidad en peces en 1982; en años recientes Blanco-Blanco *et al.* (citados por Morales-Blake *et al.*, 2001), Morales-Blake *et al.* (2000), Figueroa-Torres y Zepeda-Esquivel (2001) y Morales-Blake *et al.* (2001), han descrito algunos florecimientos ocurridos en 1999 y 2000. No obstante, la información aún es escasa, por lo que el objetivo general de este trabajo fue analizar y describir las características cualitativas y/o cuantitativas de algunos eventos de marea roja que se desarrollaron en Manzanillo, Colima, entre 1986 y 2004.

Manzanillo es uno de los puertos más importantes del Pacífico mexicano, en el que se efectúan actividades industriales, comerciales, turísticas y pesqueras. En la década de los ochenta el gobierno mexicano inició la construcción del Puerto Interior (SEDUE, 1984) para incrementar el comercio exterior, por lo que entre 1984 y el año 2000 el número de habitantes casi se triplicó; en ese último año la población se estimó en aproximadamente 287 mil personas. En ese mismo periodo el vertimiento de aguas residuales aumentó de 19 494 m^3 $día^{-1}$ a 70 mil m^3 $día^{-1}$ (Secretaría de Marina, 2002).

En la década de los años ochenta gran parte de las aguas negras era vertida al mar y a la laguna de Cuyutlán sin tratamiento, por lo que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y la concentración de bacterias coliformes eran elevadas (SEDUE, 1984). Arce-Duarte *et al.* (2002) reportaron que en 2000 la calidad sanitaria del agua de las playas de la bahía de Manzanillo y de las desembocaduras de los arroyos de Salahua y Santiago era muy deficiente, a pesar de que ya había dos plantas de tratamiento. Las fuentes de contaminantes eran el aporte de aguas negras, la liberación de productos de descarga de los buques, el depósito de desechos sólidos en lugares inadecuados, la introducción de contaminantes a la zona costera por los escurrimientos pluviales y los arroyos provenientes de la zona agrícola vecina al puerto y la liberación de contaminantes a la atmósfera (Secretaría de

Tabla 1
Tipos de ficotoxinas, organismos vector y síntomas de las intoxicaciones

Transmisor	*Síndrome*	*Toxinas*	*Vía*	*Síntomas*
Moluscos	Parálisis (PSP)	Saxitoxinas, gonyalotoxina	Endotoxinas (Ingestión)	Entumecimiento de labios, cara y extremidades; vista borrosa, parálisis, dificultades respiratorias. Puede ser mortal.
	Neurotóxico (NSP)	Brevetoxinas	Exotoxinas (Ingestión, respiración)	Problemas en la deglución; visión doble, temblores del cuerpo, náusea, disentería, vómito, entumecimiento, temblor de boca, labios y extremidades.
	Diarrea (DSP)	Ácido okadaico Dinofisistoxinas (DTX-1 Y DTX-3) Pectenotoxinas (PTX1,PTX4 Y PTX6) Yesotoxinas (YTX)	Endotoxinas (Ingestión)	Diarrea, náusea, vómitos, dolor abdominal.
	Amnesia (ASP)	Ácido domoico	Endotoxinas (Ingestión)	Estomacales a bajas concentraciones. Problemas neurológicos, como pérdida de la memoria.
Peces	Ciguatera	Ciguatoxina (CTX,MTX, ciguaterinas)	Ingestión	Diarrea, vómito, dolores abdominales, seguidos por disfunciones neurológicas, cambios en la temperatura corporal, dolores musculares, vértigo y angustia.

Entre paréntesis se incluyen las siglas de los síndromes en inglés (Méndez *et al*., 1993)

Figura 1
Área de estudio y localización de los sitios de muestreo



1. Laguna de Juluapan. 2. Laguna de Cuyutlán. 3. Puerto Interior.

Marina, 2002). El deterioro de la calidad del agua y el incremento en la actividad portuaria permiten suponer que la frecuencia de las mareas rojas podría haberse incrementado en ese periodo.

Métodos y materiales

Las bahías de Manzanillo y Santiago se localizan entre los 19° 01' y 19° 07' Norte y los 104° 18' y 104° 26' Oeste (Fig. 1). La bahía de Manzanillo colinda con la laguna costera de Cuyutlán al SE, mientras que en el extremo NO de la de Santiago se encuentra la laguna de Juluapan, un cuerpo costero pequeño y muy somero. El clima es cálido sub-húmedo, con temperatura y precipitación media anuales de 31.4 °C y 185.3 mm, respectivamente (Anónimo, 1993). La temporada de lluvias es de junio a octubre. Se presentan dos tipos de régimen de vientos: entre noviembre y mayo dominan los vientos del NO, mientras que el resto de los meses son más frecuentes los vientos húmedos de tipo oceánico provenientes del sureste. El régimen prevaleciente durante la primavera es propicio para el afloramiento de agua subsuperficial, rica en nutrientes (véase trabajo de Bulgakov *y* Martínez-Zataráin en este mismo libro).

El muestreo se efectúo en la laguna de Juluapan, el Puerto Interior (PI) y las dos bahías; sin embargo, aunque las mareas rojas se han presentado casi cada año desde la década de los ochenta, sólo fue posible colectar muestras de algunos eventos (Tabla 2). Entre 1986 y 2000 esta actividad se llevó a cabo sólo durante los florecimientos, mientras que entre 2001 y 2003 fue mensual.

La toma de muestra se realizó en la superficie con una botella Niskin, y el volumen colectado (500 ml) se dividió en dos porciones, una de las cuales se fijó con acetato de lugol y la otra con formol a 4%, neutralizado con borato de sodio.

Los dinoflagelados se identificaron con las claves de Steidinger y Tangen (1996) y las diatomeas con las de Yamaji (1969) y Round *et al.* (1990). Para este pro-

Tabla 2
Ubicación geográfica de los cuerpos de agua en los que se localiza el puerto de Manzanillo

Estación	*Cuerpo de agua*	*Ubicación geográfica*	*Años muestreados*
1	Puerto Interior	104.3 °O, 19.05 °N	1988, 1989, 1997
2	Laguna de Juluapan	104.38 °O, 19.114°N	1992, 1993, 1997
3	Bahías de Santiago y Manzanillo	18 - 19. 2 °N, 103.5 – 104.75 °O	1986, 1987, 1988, 1989, 1993, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003

Tabla 3
Especies causantes de mareas rojas de Manzanillo

Grupo	*Especie*	*Síndrome y cualidades nocivas*	*Cita*
Dinoflagelados	*Gonyaulax spinifera* (Claparéde et Lachmann)Diesing 1866	DSP, forma quistes	Cortés-Altamirano y Luna-Soria, 1998
	Gonyaulax sp	Algunas especies son tóxicas. DSP.	Cortés-Altamirano y Hernández-Becerril, 1998
	Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède et Lachmann 1858	Inocuo	Cortés-Altamirano y Hernández-Becerril, 1998
	Ceratium divaricatum (Lemmermann) Kofoid, 1908 (sinónimo *Ceratium dens)*	Nociva. Mortalidad en postlarvas de camarón	Cortés-Altamirano, 2002. Cortés-Atamirano y Núñez-Pastén, 2000. Hernández-Becerril y Alonso-Rodríguez, 2004
	Gymnodinium catenatum. Graham, 1943.	Tóxico. PSP. Forma quistes	Faust y Gulledge, 2002
	Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge, 1989	Tóxico. PSP. Forma quistes	Faust y Gulledge, 2002
	Cochlodinium catenatum Okamura 1916	Ictiotóxico,	Cortés-Altamirano, 2002
	Cochlodinium polykrikoides Margalef 1961	Ictiotóxico (hemolítico)	Cortés-Altamirano y Luna-Soria, 1998
	Prorocentrum micans Ehrenberg, 1833	Asociada con PSP y mortalidad por anoxia en moluscos	Faust y Gulledge, 2002
	Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge 1975	Tóxico. DSP, ciguatera, Forma quistes	Faust y Gulledge, 2002
	Prorocentrum sp		
Silicoflagelado	*Dictyocha fibula* Ehrenberg 1839	Inocuo	
Diatomeas	*Nitzchia sp.*	Inocuo	Cortés-Altamirano y Luna-Soria, 1998
Protozoario ciliado	*Myrionecta rubra* (Lohmann, 1908) Jankowski, 1976	Inocuo. Puede asociarse a bacterias que pueden producir toxinas.	Crawford *et al*., tomado de Cortés-Altamirano y Hernández-Becerril, 1998

Las especies tóxicas y las toxinas fueron tomadas de Faust y Gulledge (2002).

Tabla 4
Especies identificadas en las mareas rojas que se han presentado en el puerto de Manzanillo, Colima

Año	*Fecha del muestreo*	*Especie*	*Número·10³ (Células·l)*	*Lugar*
1988	5 de abril	*Ceratium divaricatum*	670.4	Puerto Interior
	"	*Prorocentrum lima*	593.64	
		Prorocentrum micans	1 167.6	
	26 de abril	*Gonyaulax spinifera*	598.4	
	25 de mayo	*Prorocentrum micans*	No se cuantificó	
1989	9 de febrero	*Gonyaulax* sp.	2 094	
	22 de febrero	*Dictyocha fibula*	2 851.35	
		Gonyaulax sp.	283	
	8 de marzo	*Dictyocha fibula*	2 186	
	"	*Gonyaulax* sp.	815.75	
	29 de marzo	*Dictyocha fibula*	437.58	
	"	*Gonyaulax* sp.	237.05	

Año	*Fecha del muestreo*	*Especie*	*Número·10³ (Células·l)*	*Lugar*
	21 de junio	*Gonyaulax spinifera*	>10 000	
	19 de julio	*Prorocentrum* sp.	> 25 000	
	16 de agosto	*Gonyaulax* sp.	5 038	
1997	4 de julio	*Prorocentrum* sp.	No se cuantificó	
1992	abril	No se tomó muestra		Laguna de Juluapan
	30 de octubre	*Gonyaulax spinifera*	10 000	
1993	3 de marzo	*Gonyaulax spinifera*	No se cuantificó	
1997	2 de julio	*Prorocentrum* sp.y *Exuviallea* sp	No se cuantificó	
1986	26 de junio	*Ceratium furca*	300 – 5 000	Bahías
1987	22 de enero	Diatomea no identificada *Gonyaulax* sp.	3 591.6	
1988	24 de marzo	*Myrionecta rubra*	No se cuantificó	
	17 de mayo	No se tomó muestra		
	2 de diciembre	No se tomó muestra		
1989	Mayo	No se tomó muestra		
	19 de julio	*Prorocentrum* sp.	> 10 000	
	16 de agosto	*Gymnodinium catenatum*	5 000	
1993	3 de marzo	*Gonyaulax spinifera*	No se cuantificó	
1999	Marzo	*Cochlodinium cf. catenatum*	No se cuantificó	
2000	Marzo	*Cochlodinium cf. catenatum*	No se cuantificó	
	30 marzo – 5 abril	*Myrionecta rubra*	4 000	
	8 de junio	*Nitzchia* sp. y *Gonyaulax* sp.	No se cuantificó	
2001	Marzo	*Myrionecta rubra*	1 087	
	6 de mayo	No se tomó muestra		
	12 de julio	*Lingulodinium polyedrum*	1 566	
	28 nov – 15 dic	*Cochlodinium cf. polykrikoides*	924	
2002	1 de abril	*Gymnodinium catenatum*	832	
2003	24-28 de marzo	*Myrionecta rubra*	500-3 000	
2004	11-21 de mayo	*Ceratium divaricatum*	300 000 – 4 500 000	

Tabla 5
Variables ambientales registradas durante algunas mareas rojas detectadas en el Puerto Interior y en las bahías de Manzanillo y Santiago

Fecha y Lugar	*Especie*	*Temperatura (°C)*	*Salinidad (‰)*	*Clorofila a (mg·m⁻³)*	*Oxígeno (mg·l)*	*Nutrientes (µg·l)*	*DBO (mg·l)*
Puerto Interior							
5 abril 1988	*C. divaricatumi*	27.5	31.3		8.4		
26 abril 1988	*G. spinifera*	25.2	29.9		8.3		
25 mayo 1988	*P. micans*	25	35.2		14.4		
9 febrero 1989	*Gonyaulax sp*	26.2	35.1		6.19		
22 febrero 1989	*D. fibula*	26.5	34.9		3.73		
Bahías							
Junio 1986	*C. furca*	27.9			7.88	Fósforo total <0.75-3.093 Nitratos 0.004-0.10	>6
Enero 1987	Diatomea no identificada	27.1	34		6.8	Nitratos=0.7 Fosfatos=0.5	
Marzo 1988	*M. rubra*	24			6.2	Fosfatos=1.16	>5
Marzo 2001	*M. rubra*	26.82	34	5.79	2		
Julio 2001	*L. polyedrum*	30.26	34.09	1.52	2		
Diciembre 2001	*C. cf. polykrikoides*	26.29	33.36		10		
Abril 2002	*G. catenatum*	22.4	33.98	2.7	4.34		
Mayo 2004	*Ceratium divaricatum*	24					

Datos tomados de Ortiz-Lira *et al.* (1987, 1989), y Olivos-Ortiz y Juárez-Pedroza (2002)

ceso se utilizó un microscopio de contraste de fases (marca Leica) con los objetivos de 40 y 100X, mientras que para la cuantificación se emplearon el método de Utermöhl (1958) y un microscopio invertido (marca Iroscope), al que se le adaptó una videocámara de color Cole-Parmer (mod. 49901-30). Las microalgas contenidas en un mililitro de muestra se contabilizaron por duplicado haciendo un barrido completo con la cámara, aunque se diluyó a 50% cuando la densidad celular era muy elevada. Las cubetas de sedimentación utilizadas fueron de uno y cinco mililitros.

En algunas colectas de 1986, 1987, 1988, 2001 y 2002 se midió la temperatura con un termómetro de cubeta, la salinidad (con un CTD Seabird mod. SBE-19) y el oxígeno disuelto (con un oxímetro marca YSI mod. 58). En 1986 y 1987 se obtuvo la concentración de fósforo total, fosfatos y nitratos, para lo cual se utilizaron los métodos colorimétricos de Strickland y Parsons (1972). Los datos de la década de los ochenta fueron reportados por Ortiz-Lira *et al.* (1989) y los de 2001 y 2002 por Olivos-Ortiz y Juárez-Pedroza (2002).

Resultados

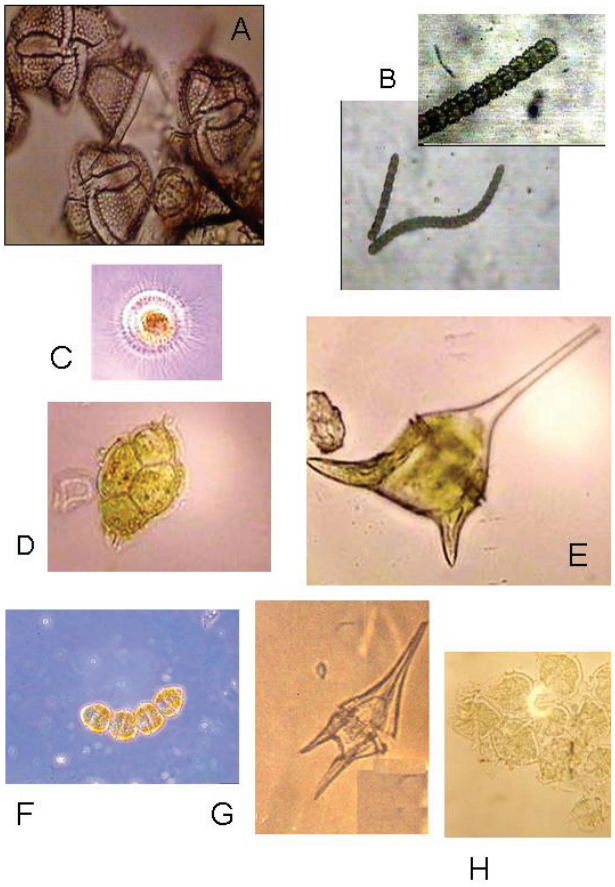
En las mareas rojas registradas entre 1988 y 2004 se identificaron 11 especies de dinoflagelados, una diatomea, un silicoflagelado y un ciliado (Tabla 3, Fig. 2); de acuerdo con su capacidad para hacer daño, seis fueron clasificadas como tóxicas, tres como nocivas y cinco como inocuas.

Hubo variación en la composición específica y en la abundancia de las microalgas a lo largo del tiempo y entre las áreas muestreadas. En el PI se realizaron muestreos durante tres años, durante los cuales se observaron 11 eventos causados por el silicoflagelado *Dictyocha fibula* y los dinoflagelados *Prorocentrum micans, Gonyaulax spinifera, Gonyaulax* sp., *Prorocentrum* sp. *y Ceratium divaricatum* (= *C. dens*). La densidad varió entre 238 mil y más de 25 millones de células por litro (Tabla 4). En 1989 se presentaron siete mareas rojas desde febrero hasta agosto, mientras que en 1988 sólo tres. En 1997 únicamente se detectó un florecimiento.

En el PI la temperatura durante los florecimientos varió entre 25 y 27.5 °C, la salinidad entre 29.9 y 35.1‰ y el oxígeno disuelto entre 3.73 y 14.4 mg/l (Tabla 5). La concentración de oxígeno fue ligeramente más elevada que la registrada en las bahías en 1988 y en años posteriores.

En la laguna de Juluapan se observaron cuatro mareas rojas formadas por miembros de los géneros *Gonyaulax* y *Prorocentrum* (Tabla 4). Por otro lado, los datos obtenidos en las bahías, enlistados en la *tabla 4*, corresponden a 20 florecimientos. En general, anualmente se registraron entre uno y cuatro eventos (Tabla 4). La mayoría ocurrió en marzo y mayo, aunque también se han desarrollado entre junio y agosto, y en diciembre, como lo muestra la *figura 3*, que resume los eventos que se presentaron en los años analizados.

Figura 2
Selección de microfotografías de las principales especies formadoras de marea roja en Manzanillo, Colima

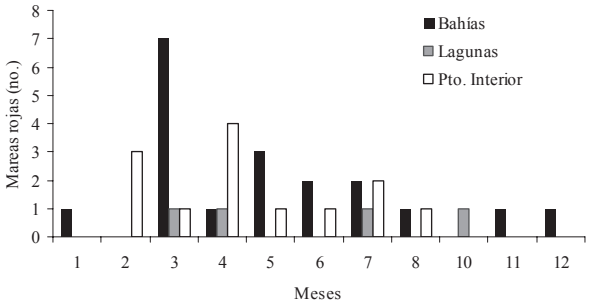


A) *Lingulodinium polyedrum;* B) *Gymnodinium catenatum;* C) *Myrionecta rubra;* D) *Dictyocha fibula;* E) *Ceratium divaricatum;* F) *Cochlodinium cf. polykrikoides;* G) *Ceratium furca;* H) *Gonyaulax spinifera.*

Los muestreos se realizaron entre 1989 y 1993 y entre 1999 y 2004. En el primer periodo se registraron nueve mareas rojas, formadas por los dinoflagelados *Ceratium furca, Gonyaulax* sp. *Gonyaulax spinifera, Gymnodinium catenatum* y *Prorocentrum* sp, y por el ciliado *Myrionecta rubra* (= *Mesodinium rubrum*). En 1988 y 1989 se reportaron dos y tres eventos, mientras que en el resto de los años sólo uno.

Entre 1999 y 2004 se observaron 11 mareas rojas, la mayoría de las cuales se registró en 2000 y 2001.

Figura 3
Frecuencia mensual de las mareas rojas en Manzanillo



Esta figura resume la información obtenida durante todo el periodo de estudio.

Las especies causantes fueron el ciliado *Myrionecta rubra*, los dinoflagelados *Cochlodinium cf. catenatum*, *Cochlodinium cf. polykrikoides, Gonyaulax* sp., *Lingulodinium polyedrum*, *Gymnodinium catenatum* y *Ceratium divaricatum,* y la diatomea *Nitzchia* sp.

M. rubra fue identificado al principio de la primavera en cuatro años (Tabla 4) y se presentó en eventos continuos con duración promedio de cinco días. Los dinoflagelados *Gonyaulax* sp. y *G. catenatum* fueron identificados en dos florecimientos cada uno: el primero se presentó en enero y junio de 1987 y 2000, respectivamente; mientras que *G. catenatum* en abril y junio de 1989 y 2002. El resto de las especies fue observado en una ocasión, aunque cabe destacar la presencia del dinoflagelado *C. cf. polykrikoides*, que causó la muerte de algunos peces en diciembre de 2001. La densidad celular varió entre 832 mil y más de 10 millones de células por litro, en las mareas rojas que fue posible cuantificar.

Durante algunos eventos (Tabla 5) la temperatura fue mayor a los 22 °C y la salinidad igual o menor a 35‰. En julio de 2001 y abril de 2002 el contenido de clorofila-*a* fue superior a 1.5 mg m^{-3}, mientras que en marzo de 2001 fue cercano a los 6 mg m^{-3}. La concentración de oxígeno disuelto fue elevada (>4 mg/l), excepto durante las mareas rojas de marzo y julio de 2001 formadas por *Myrionecta rubra* y *Lingulodinium polyedrum,* cuando fue de 2 mg·l^{-1}. Por otro lado, aunque el contenido de nutrientes sólo se evaluó en el intervalo 1986-1988, y la DBO_5 en junio de 1986 y marzo de 1988, ambos fueron elevados.

Discusión

La discontinuidad con la que se trabajó en el Puerto Interior no permite hacer un análisis más profundo de la información; no obstante, en 1988 y 1989, cuando los muestreos fueron más frecuentes, se identificó una sucesión de microalgas, compuesta principalmente por dinoflagelados, entre los que destaca *Prorocentrum lima*, especie tóxica de hábitos bentónicos y eventualmente ticoplanctónicos (Faust y Gulledge, 2002). Por otro lado, aunque las condiciones del PI no son comparables a las del resto de la zona de estudio, porque está sujeto a mayores perturbaciones, es probable que algunas especies ahí encontradas puedan iniciar mareas rojas en las bahías (e.g. *Gonyaulax spinifera),* en especial en las áreas con alto aporte de nutrientes, como las desembocaduras de los arroyos de Salahua y Santiago (Secretaría de Marina, 2002), en donde los organismos podrían ser acarreados por las corrientes superficiales. En primavera, por ejemplo, se forma un remolino anticiclónico en la bahía de Manzanillo (Galicia[1], com. pers.) que podría contribuir a la dispersión de microalgas hacia esas zonas. Por otro lado, es probable que en el PI el aporte de contaminantes, resultado del crecimiento urbano y del incremento del flujo naviero en los últimos 20 años, haya favorecido su eutrofización (Secretaría de Marina, 2002).

La información sobre la laguna de Juluapan es escasa, aunque aparentemente estos florecimientos no se han presentado en años recientes. Cabe hacer mención de que este cuerpo de agua ha sufrido grandes cambios porque desde finales de la década de los noventa quedó separado de la bahía de Santiago por una pequeña barrera arenosa, lo que disminuyó la salinidad y la profundidad de la columna de agua e incrementó la turbidez (Guzmán-Barrera[2], com. pers.). Es plausible que la elevada concentración de sólidos en suspensión no haya favorecido los florecimientos o que éstos hayan pasado inadvertidos.

En las bahías de Manzanillo y Santiago, las mareas rojas se han presentado entre diciembre y mayo, principalmente, así como en el verano. Las condiciones ambientales de los dos intervalos son contrastantes. Entre febrero y marzo se han observado afloramientos de agua subsuperficial en la plataforma continental de Colima (Aguirre-Gómez *et al.*, 2003), como resultado de la acción de los fuertes vientos del NO característicos de este periodo, y razón por la que las temperaturas atmosféricas diarias promedio más bajas del año entre 1982 y 2001 se detectaron en febrero

1. Dr. Marco Galicia. Investigador del Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la UdeC.
2. Biol. Rosa Ma. Guzmán-Barrera. Investigador. Centro Regional de Investigación Pesquera-Mzllo.

(20.26±1.77 °C, $N_{febrero}$ = 565) y marzo (19.97±1.94 °C; N_{marzo} = 619). En esos meses también se han encontrado las corrientes superficiales más intensas del año (Galicia, 2004).

El aporte de nutrientes resultante de las surgencias favorece el crecimiento poblacional de *Myrionecta rubra*, *Cochlodinium catenatum* y *Gymnodinium catenatum* (Cortés-Lara, 2002b). Sin embargo, el afloramiento de aguas frías no fue evidente en los registros de la temperatura superficial marina realizados simultáneamente a la toma de muestras en marzo de 1988 y 2001, ya que ambos superaron los 24 °C. La marea roja que se presentó en Mazatlán en febrero de 1996 fue consecuencia del enfriamiento repentino y de corta duración producido por el viento, seguido por el rápido restablecimiento de las condiciones originales (Aguirre-Gómez *et al.*, 1999); es probable que en Manzanillo se produzca un fenómeno similar, en cuyo caso la temperatura del agua registrada durante el florecimiento sería mayor que la presente durante sus primeras etapas. La temperatura promedio del aire fue de 24.29±1.12 y 22.33±1.31 °C en marzo de 1988 y 2001, respectivamente, pero las variaciones diarias muestran que la temperatura presentó fuertes cambios, particularmente en 1988.

Las condiciones en las que se formaron las mareas rojas en el verano fueron más estables, aunque es probable que hayan sido favorecidas por el ingreso de nutrientes, relacionado con el inicio de la temporada de lluvias y las temperaturas cálidas propias de esa época. En contraste, durante septiembre y octubre, cuando los huracanes pasan más cerca de la costa y la precipitación es más intensa, no se han observado mareas rojas, probablemente por el incremento de la circulación en la capa de mezcla.

El Niño y La Niña también influyen en los florecimientos (Ochoa, 2003). Durante el primero, correspondiente a la fase cálida, disminuyen las surgencias y la termoclina se encuentra a mayor profundidad, mientras que durante la etapa fría ocurre lo contrario, lo que favorece el incremento en el contenido de nutrientes en la capa de mezcla. A pesar de la discontinuidad del muestreo es posible hacer una comparación cualitativa entre las condiciones de los periodos 1986-1989 y 1999-2002. En el primero se presentaron ambos eventos y en el segundo dominó La Niña, de acuerdo con el valor del Índice Multivariado de El Niño (MEI[3], por sus iniciales en inglés). En ambos intervalos el número de florecimientos fue menor cuando se presentó El Niño y mayor durante La Niña.

La comparación de los resultados de este trabajo con los de otros autores que han realizado colectas en la zona (Morales-Blake *et al.*, 2001), mostró algunas discrepancias en la identificación de las especies, en particular de *Cochlodinium catenatum* y *Cochlodinium polykrikoides*. No obstante, Cortés-Lara *et al.* (2004) registraron ejemplares de *C. catenatum* de julio a diciembre de 2000 en Bahía Banderas y mencionan que en los florecimientos detectados en Manzanillo y La Paz (BCS) ese mismo año fueron erróneamente identificados como de *C. polykrikoides.*

En el PI se detectaron tres especies potencialmente peligrosas: *Ceratium divaricatum*, asociada con la mortalidad de postlarvas de camarón (Cortés-Altamirano y Núñez-Pastén, 2000); *Prorocentrum micans*, microalga que ha sido relacionada con la toxina productora del síndrome de la parálisis por el consumo de moluscos (PSP, por sus siglas en inglés) y con la mortalidad de moluscos por anoxia (Tabla 3); y *Prorocentrum lima* (= *Exuviaella lima*), dinoflagelado de hábitos bentónicos y ticoplanctónicos que produce al menos seis toxinas.

En las bahías, las mareas rojas aparentemente han sido inocuas, a pesar de que desde 1989 se han identificado microalgas nocivas como *C. divaricatum, Cochlodinium cf. catenatum, Cochlodinium cf. polykrikoides, Gymnodinium catenatum* y *Lingulodinium polyedrum.* Aunque *G. catenatum* y *L. polyedrum* han sido asociadas con la toxina que causante del envenenamiento PSP (Faust y Gulledge, 2002) y se supone que *C. catenatum* produce sustancias neurotóxicas (Cortés-Altamirano y Sierra-Beltrán, 2001; Cortés-Lara, 2002a), sólo *Cochlodinium cf. polykrikoides* causó la muerte de algunos peces. En agosto de ese año, este dinoflagelado fue identificado en Punta Mita, Nayarit, y en noviembre en Barra de Navidad, Jalisco, lo cual sugiere que las corrientes lo estaban dispersando. Otro efecto negativo de las mareas rojas es la disminución de oxígeno disuelto, como ocurrió en marzo y julio de 2001, cuando su concentración fue de 2 $mg \cdot l^{-1}$, durante los florecimientos de *M. rubra y L. polyedrum*.

Algunas mareas rojas fueron causadas por los mismos organismos que se presentaron en otras localidades (Tabla 6), en particular *Myrionecta rubra*, quizá la especie más común en el Pacífico mexicano. Por otro lado, la diferencia entre el número de especies reportadas en la región costera comprendida entre Baja California y Nayarit, y la ubicada entre Jalisco y Chiapas, en las listas de Cortés-Altamirano (1998) y Ochoa *et al.* (2002), es un indicador de la necesidad de hacer más estudios sobre el tema en esta región.

Diversos autores han señalado que la tanto la frecuencia como la duración de los eventos de marea

3. *http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/mei.html*

roja en México se han incrementado en los últimos años (Cortés-Altamirano y Sierra-Beltrán, 2001). Y si bien, la falta de continuidad en los muestreos no permite llegar a una conclusión de esta naturaleza, el crecimiento del puerto de Manzanillo con las consecuentes modificaciones al hábitat y la ocurrencia de eventos de La Niña entre 1998 y 2000, durante los que aumentó el número y la intensidad de la afloramientos en el océano Pacífico oriental, sugieren que podría estar incrementándose la frecuencia con la que se presentan estos eventos. Por otro lado, la presencia de especies tóxicas en el centro y el sur del Pacífico mexicano (Cortés-Altamirano, 1998; Cortés-Lara 2002a, b), permite suponer que pueden representar un riesgo para la salud humana y ambiental, así como para la economía de la región.

Conclusiones

Las mareas rojas se producen periódicamente en la región de Manzanillo; durante los años analizados se observaron 11 especies de dinoflagelados, un silicoflagelado, una diatomea y un protozoario ciliado. Aunque se han identificado cinco especies tóxicas, la mayoría de los eventos fue inocua, excepto el registrado en diciembre de 2001 causado por *Cochlodinium polykrikoides*. La recurrencia de estos florecimientos en otras regiones del Pacífico mexicano, la presencia de microalgas tóxicas, el crecimiento del puerto y su importancia turística y comercial, requieren la instrumentación de un programa de evaluación permanente.

Referencias biliográficas

Aguirre-Gómez, R., R. Álvarez y O. Salmerón-García. 1999. Red tide evolution in the Mazatlán Bay area from remotely sensed sea surface temperatures. *Geofísica Internacional*, 38(2):63-71.

Aguirre-Gómez, R., R. Álvarez y O. Salmerón-García. 2003. Effects of enso off the southwest coast of Mexico, 1996-1999. *Geofísica Internacional*, 42(3):377-388.

Anónimo. 1993. *Evaluación de los recursos naturales costeros de los Estados de Jalisco y Colima*. Documento Interno. Proyecto dgo-01/93. Depto. de Recursos Marinos-iop. Dir. Gral. de Oceanografía Naval. Secretaría de Marina. 151p.

Arce-Duarte F., G. Ramírez Guillén y S. Almaraz-Guillén. 2002. *Diagnóstico Portuario 2000. Manzanillo, Col., Lázaro Cárdenas, Mich, Pto. Vallarta, Jal., Zihuatanejo, Gro., Ixtapa, Gro. y San Blas, Nay.* Informe interno. Dir. Gral. De Investigación y Desarrollo. Dir. Gral. Adjunta de Oceanografía. Instituto Oceanográfico del Pacífico-Subdirección de Contaminación Marina, México. 210p.

Baltierra-Rodríguez, J.L., G. Gluyas-Millán y J.C. Chávez-Comparán. 1983. La marea roja de abril de 1982 en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Ciencias Marinas*, 9(1):35-39.

Cortés-Altamirano, R. 1984. Mareas rojas producidas por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann), en el área litoral de Mazatlán, Sin., México. *Biótica,* 9(3):259-269.

Cortés-Altamirano, R. 1987. Observaciones de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sin., México. *Ciencias Marinas,* 13(4):1-19.

Cortés-Altamirano, R. 1998. Distribución y efecto de las mareas rojas en México. En: R. Cortés-Altamirano (ed.). *Las mareas rojas*. agt. México. pp. 33-42.

Cortés-Altamirano, R. 2002. Mareas rojas: biodiversidad de microbios que pintan el mar. En: J.L. Cifuentes–Lemus y J. Gaxiola-López (eds.). *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*. El Colegio de Sinaloa. Culiacán. pp. 29-41.

Cortés-Altamirano, R y R. Alonso, 1997. Mareas rojas durante 1997 en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Ciencias del Mar,* 15:31-37.

Cortés-Altamirano, R., R. Alonso e I. Peña. 1996-1997. Primer registro de una marea roja debida a *Mesodinium rubrum* (Protozoa: Ciliata) en Bahía Banderas (México). *Rev. Biol. Trop*., 44(3):/45(1):675-690.

Cortés-Altamirano, R. y D.U. Hernández-Becerril. 1998. Especies responsables y probables de mareas rojas. En: R. Cortés-Altamirano (ed.). *Las mareas rojas*. agt, México. pp. 43-80.

Cortés-Altamirano, R., D.U. Hernández-Becerril y R. Luna-Soria. 1995. Mareas rojas en México: una revisión. *Revista Latinoamericana de Microbiología,* 37:101-104

Cortés-Altamirano, R., D.U. Hernández-Becerril y R. Luna-Soria. 1996. Red tides in Mexico: A review. En*:* T. Yasumoto, Y. Oshima y T. Fukuyo (eds.). *Harmful and toxic algal blooms*. ioc-unesco. pp. 101-104.

Cortés-Altamirano, R. y R. Luna-Soria. 1998. Lista mundial de microalgas responsables de florecimientos, mareas rojas y tóxicas. En: R. Cortés-Altamirano (ed.). *Las mareas rojas*. agt, México. pp. 141-152.

Cortés-Altamirano, R., L. Muñoz-Cabrera y O. Sotomayor-Navarro. 1993. *Envenenamiento por mariscos (psp), causado por el* dinoflagelado Pyrodinium bahamense var. compressum *en la costa suroeste de México*. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. unam, 20(1):43-54.

Cortés-Altamirano, R. y A. Núñez-Pastén. 1992. Doce años de registros de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sin., México (1979-1990). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. unam*, 19(1):113-121.

Cortés-Altamirano R y A. Núñez-Pastén. 2000. Distribución y abundancia anual de *Ceratium dens* (Peridinales: Ceratiaceae) en el Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.*, 48(2-3):305-311.

Cortés-Altamirano R y F. Páez-Osuna. 1998. Dinámica de las mareas rojas. En: R. Cortés-Altamirano (ed.). *Las mareas rojas*. agt. México. pp. 1-12.

Cortés-Altamirano, R. y A. Sierra-Beltrán. 2001. Mitigación de microalgas nocivas: su impacto negativo en las Pesquerías, Acuacultura y Salud Pública. En: C.A. Alejo-Armenta y J.A. Gastelum-Escalante (eds.). *Sinaloa, soluciones para el desarrollo*. Mem. Primer Foro Estatal de Ciencia y Tecnología. Gobierno del Estado de Sinaloa y Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. Sinaloa, México. pp. 209-228.

Cortés-Altamirano, R., A. Sierra-Beltrán y M. Vargas-Montero. 2003. *Prorocentrum mexicanum* and *P. rhathymum* are different species. *Harmful Algae News,* 24:8.

Cortés-Lara, M.C. 2002a. Informe del fenómeno de marea roja en Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit, octubre-noviembre de 2001. *Revista Biomédica*, 13:73-75.

Cortés-Lara, M.C. 2002b. Primer registro de marea roja del 2002. Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit (Enero de 2002). *Revista Biomédica*, 13:229-230.

Cortés-Lara, M.C., R. Cortés- Altamirano y A.P. Sierra-Beltrán. 2004. Presencia de *Cochlodinium catenatum* (Gymnodiniales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, 52(1):35-49.

Faust, M.A. y R.A. Gulledge. 2002. Identifying Harmful Marine Dinoflagellates. *Smithsonian Contributions from the United States National Herbarium,* 42:1-144.

Figueroa-Torres, M.G. y M.A. Zepeda-Esquivel. 2001. Mareas rojas del Puerto Interior, Colima, México. *Scientiae naturae*, 3(2):39-52.

Galicia, M. 2004. *Estudio hidrodinámico de la Laguna de Juluapan y diseño de obra de protección en el canal de acceso y playa aledaña*. Primer informe técnico preliminar (mayo-junio-julio de 2003). ceunivo, UdeC. 75p.

Gárate-Lizárraga, I. 1996. Mareas rojas ocurridas en las costas de la Península de Baja California Sur, México, 1984-1994. *i. Reunión Inter. Plancton. viii Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología*. Pátzcuaro, Mich. México, p.17.

Gárate-Lizárraga, I. y D.A. Siqueiros-Beltrones. 1998. Time variation in phytoplankton assemblages in a sub-tropical lagoon system after the 1982-1983 El Niño event (1984 to 1986). *Pacific Sci.,* 52:79-97.

Gómez-Aguirre, S. 1998. Red tides occurrences recorded in Mexico from 1980 to 1992. *Anales Inst. Biol. unam Ser. Zool.,* 69(1):13-22.

Hallegraeff, G.M. 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ships ballast water: Bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser*., 168:297-309.

Heredia-Tapia, A., B.O. Arredondo-Vega, E. Nuñez-Váquez, T. Yasumoto, M. Yasuda y J.L. Ochoa. 2002. Isolation of *Prorocentrum lima* and dsp risk assessment in the Gulf of California, México. *Toxicon*., 40:1121-1127.

Hernández-Becerril, D.U. y R. Alonso-Rodríguez. 2004. Study of the marine planktonic dinoflagellate *Ceratium divaricatum* (Dinophyceae), a confused and considerably variable species. *Phycological Research*, 52(4):346-354.

Hernández-Becerril, D.U. y M.I. Tapia-Peña. 1995. Planktonic diatoms from the Gulf of California and coasts off Baja California: species of the genus *Thalassiosira*. *Botánica Marina*, 38:543-555.

Horner, R.A., D.L. Garrison y F.G. Plumley. 1997. Harmful algal blooms and red tide problems on the U.S. west coast. *Limnology and Oceanography*, 42(5):1076-l088.

Kim, H.G., S.G. Lee y C.S. Jeong. 2004. *Observations of coastal eutrophication and the succession of hab species in Korean waters over three decades. A workshop on: Contrasting approaches to understanding eutrophication effects on phytoplankton*. ices Working Group on Phytoplankton Ecology (WGPE) den Haag, Holanda. 11-13 Marzo 2002.

Lalli, C.M. y T.R. Parsons. 1996. *Biological Oceanography: An Introduction*. Publ. Butterworth/Heinemann, Oxford, 406p.

Licea-Duran, S., J.L. Moreno, H. Santoyo y G. Figueroa. 1995. *Dinoflagelados del Golfo de California*. uabcs, sep-fomex y promarco. México.165p.

López, L. 2000. Investigación de marea roja en Bahía Banderas. *Gaceta Universitaria*, UdeG, 197:6.

Manrique, F.A. y R.E. Molina. 1997. Presencia de mareas rojas en la bahía de Bacochibampo, Guaymas, Sonora, México. *Hidrobiológica,* 7:81-86.

Mee, D.L., M., Espinoza y G. Díaz. 1986. Paralitic shellfish poisoning with a *Gymnodinium catenatum* red tide on the Pacific Coast of México. *Mar. Environm. Res*., 19:77-92.

Méndez S., A. Brazeiro, G. Ferrari, D. Medina y G. Inocente. 1993. *Informe técnico: Mareas rojas en el Uruguay: programa de control y actualización de resultados.* Informe técnico 46, Uruguay. 25p.

Morales-Blake, A., C. Cavazos-Guerra y D.U. Hernández-Becerril. 2001. Unusual HABs in Manzanillo Bay, Colima, Mexico. *Harmful Algae News*, 22: 6.

Morales-Blake, A., D.U. Hernández-Becerril y C. Cavazos-Guerra. 2000. Registros de mareas rojas en las bahías de Manzanillo, Colima, México. En: E. Ríos-Jara, M. Pérez-Péña, E. López-Uriarte, E.G. Robles-Jarero, D.U. Hernández-Becerril y M. Silva-Briano (eds.). *Estudios sobre plancton en México y el Caribe.* Sociedad Mexicana de Planctología y UdeG. pp. 81-82.

Ochoa J.L. 2003. enso phenomenon and toxic red tides in Mexico. *Geofísica Internacional,* 42(3):505-515.

Ochoa J.L., D.U. Hernández-Becerril, S. Lluch-Cota, B.O. Arredondo-Vega, E. Nuñez-Vázquez, A. Heredia-Tapia, J. Pérez-Linares y R. Alonso-Rodríguez. 2002. Marine biotoxins and harmful algal blooms in Mexico's Pacific littoral. En: pices Working Group 15 (ed.). *Harmful algal blooms in the PICES region of the North Pacific. Scientific Report* 23. Versión electrónica pdf (*http://www.pices.int/publications/scientific_reports/Report23).* 12p.

Olivos-Ortiz A. y H.G. Juárez-Pedroza. 2002. Relaciones estequiométricas (DIN:P:Si) y su posible influencia sobre la productividad primaria en las bahías de Santiago y Manzanillo, Col. *Resúmenes xiii Congreso Nacional de Oceanografía.* 7 al 11 de octubre de 2002, Puerto Vallarta, Jalisco, México. p. 25

Ortiz-Lira, J.H., S. Lau-Cham, J.C. Chávez Comparán, A. Morales-Blake y A. Cacho-Cruz. 1987. La marea roja ocasionada por *Ceratium furca* en la Bahía de Manzanillo, Colima. En: *Memorias del VII Congreso Nacional de Oceanografía*. UABC. Ensenada, BC. pp. 195-196.

Ortiz-Lira, J.H., A. Morales-Blake y S. Lau-Cham. 1989. *Mareas rojas en la dársena del Puerto Interior, Manzanillo, Colima, México*. Informe Interno. Instituto Oceanográfico del Pacífico. Secretaría de Marina-Universidad de Colima, Manzanillo. 10p.

Round, F.E., R.M. Crawford y D.G. Mann. 1990. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 747p.

Secretaría de Marina. 2002. *Atlas de Contaminación Marina en el mar territorial y zonas costeras de la República Mexicana*. Dirección Gral. de Investigación y Desarrollo. Dirección Gral. Adjunta de Hidrografía y Cartografía, México. 176p.

sedue. 1984. *Plan director urbano del centro de la población de Manzanillo, Col.* Gobierno del Estado de Colima, H. Ayuntamiento de Manzanillo. Comisión de Conurbación de Manzanillo-Barra de Navidad, sedue. Manzanillo, Col. 161p.

Smayda, T.J. 1997. What is a bloom? A commentary. *Limnology and Oceanography,* 42(5):1132-1136.

Steidinger, K.A. y K. Tangen. 1996. Dinoflagellates. En: C.R. Tomas (ed.). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates.* Academic Press, Inc., San Diego, California. pp: 387-584.

Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Bulletin 167. Fisheries Research Board of Canada, Canada. 310p.

Taylor, F.J.R. y V. Trainer. 2002. Background and objectives. En: pices Working Group 15 (ed). *Harmful algal blooms in the PICES region of the North Pacific.* Scientific Report, 23. Versión electrónica pdf (*http://www.pices.int/publications/scientific_reports/Report23*). 12p.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton – Methodik. Internationale Vereinigung für Theoretiche und Angewandte Limnologie. *Mitteilung,* 9:1-39.

Yamaji, I. 1969. *Illustrations of the marine plankton of Japan*. Hoirusha Publishing. Osaka. 369 p

Tabla 6
Especies identificadas en las mareas rojas del Golfo de California y de la costa comprendida entre Sonora y Chiapas

Localidad	*Especie*	*Fuente*
Pacífico (sin especificar localidad)	*Phaeocystis pouchetii, Cerataulina pelagica, Chaetoceros concavicornis, Chaetoceros convolutus, Coscinodiscus centralis, C. concinnus, C. wailesii, Herterosigma akashiwo, Trichodesmium erythraeum, T. hildebrandtii, T. thiebautii*	Compilación de Ochoa *et al*. (2002)
Golfo de California y costa de BCS	*Mesodinium rubrum, Gonyaulax polygramma, G. polyedra, G. verdor, G. brunii, G. fragilis, G. triacantha, Noctiluca scintillans, Gymnodinium catenatum, G. sanguineum, G. splendens, Prorocentrum minimum, Proboscia alata, Prorocentrum* spp., *Prorocentrum micans, Prorocentrum compressum, Prorocentrum lima, Prorocentrum mexicanum, Pseudonitzchia* sp., *Alexandrium catenella, Ceratium furca, C. fusus, C. biceps, C. boehntii, C. contrarium, C. falcatiforme, C. humule, C. incisum, C. inflatum, C. pavillardii, C. praelongum, Ceratocorysi magna, Dissodinium gerbaultii, Ornithocercus thunii, Protoperidinium elegans, P. subpyriforme, Phyriphacus vancampoe, Chatonella* sp., *Dinophysis caudata, D. acuminata, D. forti, D. mitra, D. rotundata, D. tripos, Lingulodinium polyedrum, Amphidinium carterae, Oscillatoria erythraea, Stephanopyxis palmeriana, Giamberdiscus toxicus, Thalassiosira mala, T. minuscule, T. subtilis, Cochlodinium polydrikoides*	Cortés-Altamirano (1998); Gárate-Lizarraga (1996); Gárate-Lizárraga y Siqueiros Beltrones (1998); Heredia-Tapia *et al.* (2002); Hernández-Becerril y Tapia-Peña (1995); Licea *et al*. (1995); Compilación de Ochoa *et al.* (2002); Ochoa (2003).
Sonora	*Noctiluca scintillans, Gymnodinium catenatum, Gonyaulax sp. (cf. G. polyedra), Mesodinium rubrum, Prorocentrum* spp, *P. dentatum, Stephanopyxis palmeriana*	Manrique y Molina (1997); Cortés-Altamirano *et al.* (1995); Compilación de Ochoa *et al*. (2002)
Mazatlán, Sin.	*Mesodinium rubrum, G. catenatum, Ceratium tripos var. ponticum, C, furca, C. dens, Skeletonema costatum, S. tropicum, G. catenatum, G. splendens, G. sanguineum, Leptocylindrus danicus, Noctiluca scintillans, Protoperidinium sp., P. trocoideum, Oscillatoria erythraea, Gonyaulax triacantha, Prorocentrum minimum, P. balticum, P. dentatum, P. triestinum, P. mexicanum, Peridinium quinquecorne, Scripsella trochoidea, Cochlodinium catenatum, Dinophysis caudata, D. tripos, D. acuminata, Pseudosnitzchia multiserie, P. delicatissima, P. pseudodelicatissima, Alexandrium catenella*	Cortés-Altamirano (1984); Cortés-Altamirano (1987); Cortés-Altamirano y Núñez-Pastén (1992); Cortés-Altamirano *et al*. (1995); Cortés-Altamirano *et al*. (1996); Cortés-Altamirano y Alonso (1997); Compilación de Ochoa *et al*. (2002); Cortés-Altamirano (2002); Cortés-Altamirano *et al*. (2003)
Nayarit	*Gonyaulax sp,*	Compilación de Ochoa *et al*. (2002)
Bahía de Banderas	*Mesodinium rubrum, Ceratium sp, Noctiluca scintillans, Cochlodinium catenatum*	Cortés-Altamirano *et al.* (1996-1997); López (2000); Cortés-Lara (2002 a y b); Compilación de Ochoa *et al*. (2002); Cortés-Lara *et al*. (2004).
Jalisco-Chiapas	*Gymnodinium cf. splendens, Prorocentrum spp., N. scintillans, Ceratium* spp, *Pyrodinium bahamanse var compressum, Nitzchia* spp, *Gonyaulax catenella, Gymnodinium* sp., *Gymnodinium catenatum, Gymnodinium peridinium, Peridinium* sp., *Mesodinium rubrum*	Cortés-Altamirano (1998); Cortés-Altamirano *et al*. (1995); Gómez-Aguirre (1998).
Manzanillo, Col.	*Gonyaulax* sp., *Gymnodinium,* sp., *Gymnodinium catenatum, Ceratium* sp., *C. furca,C. fusus, Cochlodinium* sp., *C. polykrikoides, Mesodinium rubrum, Dictyocha fibula, Thalassiotrix* sp., *Scrippsiella trochoidea, Skeletonema costatum, Noctiluca scintillans*	Baltierra-Rodríguez *et al*. (1983); Morales-Blake *et al*. (2000); Figueroa-Torres y Zepeda-Esquivel (2001); Morales-Blake *et al.* (2001).
	Myrionecta rubra, Gonyaulax spinifera, Gonyaulax sp., *Ceratium furca, Ceratium divaricatum, Gymnodinium catenatum, Lingulodinium polyedrum, Cochlodinium catenatum, C. polykrikoides, Dictyocha fibula, Prorocentrum micans, Prorocentrum lima, Prorocentrum* sp., *Nitzchia* sp.	Este trabajo

Nota: Se incluyen los nombres científicos reportados en los trabajos originales, no se utilizan los nombres más recientes, por ejemplo *M. rubra* es *Mesodinium rubrum.*

Cambios en la comunidad de diatomeas de la laguna de Cuyutlán (Colima, México), resultantes de la apertura de un canal de comunicación con el océano Pacífico

Sonia I. Quijano Scheggia[*]
Ma. del. Carmen Jiménez Quiroz[**]
Aramis Olivos Ortiz[*]
Marco Antonio Galicia Pérez[*]
Juan H. Gaviño Rodríguez[*]
Alejandro O. Meyer Willerer[*]

Resumen

En este trabajo se describe la estructura de la comunidad de diatomeas (composición taxonómica, riqueza específica, diversidad y uniformidad), así como la salinidad, la temperatura, los nutrientes, la clorofila-*a* y la densidad celular de la laguna de Cuyutlán, antes y después de la apertura del canal de Tepalcates en 1992, para identificar las consecuencias de este evento. También se describen las condiciones meteorológicas. El muestreo se realizó durante dos ciclos anuales (1989-1990 y 1991-1993) con frecuencia mensual. Se identificaron 143 taxones de diatomeas. La comunidad estuvo dominada por especies de ambientes salinos y salobres. Las diatomeas más abundantes fueron *Amphora coffeaeformis, Cyclotella striata, Gyrosigma balticum* y *Navicula protracta.* El primer año fue más seco y caluroso, por lo que la temperatura y la salinidad también fueron más elevadas, mientras que la comunidad de diatomeas fue menos compleja y estuvo dominada por organismos bentónicos. El segundo año fue más húmedo; en ese periodo el canal estuvo abierto durante tres meses, lo que estuvo aparejado con un incremento en la diversidad, la uniformidad y la abundancia de las diatomeas planctónicas, marinas y dulceacuícolas. También hubo diferencias en la estructura de la comunidad entre los sitios de muestreo, determinadas por las características microambientales. Se distinguieron tres grupos de especies que reflejan las características ambientales prevalecientes durante los dos periodos.

Palabras clave: Diatomeas, fitoplancton indicador, laguna costera, influencia ambiental.

Introducción

En los cuerpos de agua costeros, el ambiente y la actividad humana afectan la distribución, la abundancia y la composición del fitoplancton; en función de la escala espacial y temporal, esa influencia pueden manifestarse en cambios diurnos de la distribución a lo largo de la columna de agua, en variaciones estacionales de la diversidad, e incluso sucesiones evolutivas (Krebs, 1994). Por todo ellos, es importante estudiar esos cambios ya que tienen implicaciones tróficas y modifican el funcionamiento del ecosistema (Cloern, 1996).

Algunas especies de diatomeas pueden utilizarse como indicadores de las condiciones de los cuerpos de agua porque tienen requerimientos claramente definidos respecto a la calidad del agua (Reid *et al.*, 1995, 2002; Pankow, 1990). También cabe mencionar que, en comparación con otros grupos de microalgas, las diatomeas son relativamente fáciles de identificar por sus características morfológicas, porque no presentan alternancia de generaciones, no requieren ser cultivadas, su ciclo de vida es corto y responden con rapidez a los cambios ambientales (Round *et al*, 1990); por otro lado, puesto que las valvas se acumulan en el sedimento, es posible hacer análisis de largo plazo (Stevenson y Pan, 1999). En México los estudios dedicados al análisis de la composición específica de la comunidad de diatomeas para describir las características ambientales son escasos porque la mayoría está enfocada a la taxonomía de especies fitoplanctónicas, su distribución y sus periodos de ocurrencia.

La laguna de Cuyutlán es el cuerpo costero más grande del estado de Colima; y ya que colinda con la ciudad de Manzanillo, ha sido utilizada como verte-

* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima. Correo electrónico: quijano@cgic.ucol.mx
** CRIP-Manzanillo-Instituto Nacional de la Pesca/SAGARPA.

dero de aguas negras y modificada por obras de infraestructura realizadas para brindar servicios al puerto, pero que disminuyeron la circulación del agua y, por tanto, modificaron sus características físicas y químicas. Para contrarrestar esta situación se han abierto tres canales de comunicación con el océano Pacífico (Cobo *et al*, 1978; Treviño, 1982): El Túnel, Ventanas y Tepalcates. Este último se diseñó con el propósito de mejorar las condiciones en la parte media de la laguna, y su construcción se desarrolló en dos etapas: la primera se inició en 1987 y concluyó en julio de 1992, cuando empezó a operar, pero en octubre de ese mismo año lo cerró el paso de los huracanes Virgil y Winifred. Entre 1997 y 2000 se llevo a cabo la segunda fase de la construcción (Cabral-Solís,[1] com. pers.).

Las evaluaciones realizadas después de la apertura de cada uno de estos canales, indican que la calidad del agua mejoró significativamente (Treviño, 1982; Reyes y Serrano, 1988) y que se incrementó la diversidad de la ictiofauna (Cabral-Solís, 2006); no obstante, existe poca información sobre la comunidad fitoplanctónica, por lo que el objetivo de este trabajo fue describir las características ambientales de la laguna, antes y después de la apertura del canal de Tepalcates en 1992, e identificar las modificaciones en la composición taxonómica y la estructura de la comunidad de diatomeas en la laguna de Cuyutlán. Esto permitirá reconocer organismos indicadores y establecer la utilidad de dichas especies en estudios futuros sobre los cambios de la laguna, a partir de los sedimentos.

La hipótesis en la que se basó este trabajo fue que durante el período en que estuvo abierto el canal de Tepalcates la complejidad estructural de la comunidad de diatomeas sería mayor, en particular en la parte media de la laguna, donde la tasa de renovación de agua era menor cuando no había comunicación con el mar.

Métodos y materiales

Área de estudio

La laguna de Cuyutlán se localiza entre la bahía de Manzanillo y el río Armería, entre los 18°57' y 19°05' N y los 103°57' y 104°20' O (Fig.1); está situada dentro de la región costera mexicana y sus características morfotectónicas son del tipo III, según la clasificación de Lankford (1977). La superficie total es de 7 200 hectáreas; su eje principal mide 37 km y es paralelo a la barrera arenosa; la parte más ancha de la laguna mide tres kilómetros y la más estrecha 130 m, y su profundidad promedio es de un metro. En su interior se desarrollan actividades relacionadas con la pesca artesanal y la extracción de sal (Luna, 1984).

El clima es de tipo cálido sub-húmedo con lluvias en verano; la precipitación media anual es de 1 256.2 mm, el ciclo de lluvias generalmente inicia en junio y termina en noviembre, aunque la precipitación máxima ocurre en agosto y septiembre (Comisión Nacional del Agua, 2004). Durante el periodo de estudio se presentaron las dos fases del evento global marino-atmosférico conocido como El Niño-La Oscilación del Sur (ENOS); la fase fría o La Niña, ocurrió entre mayo de 1988 y noviembre de 1989, y la cálida (El Niño) entre abril de 1991 y julio de 1992. Ambas produjeron anomalías en las temperaturas ambiental y marina, la precipitación y el número de tormentas tropicales y huracanes en el Pacífico oriental (NOAA[2], 2006).

Métodos

Los registros diarios de la temperatura ambiental y la precipitación pluvial fueron proporcionados por el Observatorio Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua. Las anomalías térmicas estandarizadas mensuales se calcularon a partir de la información del periodo 1982-2001.

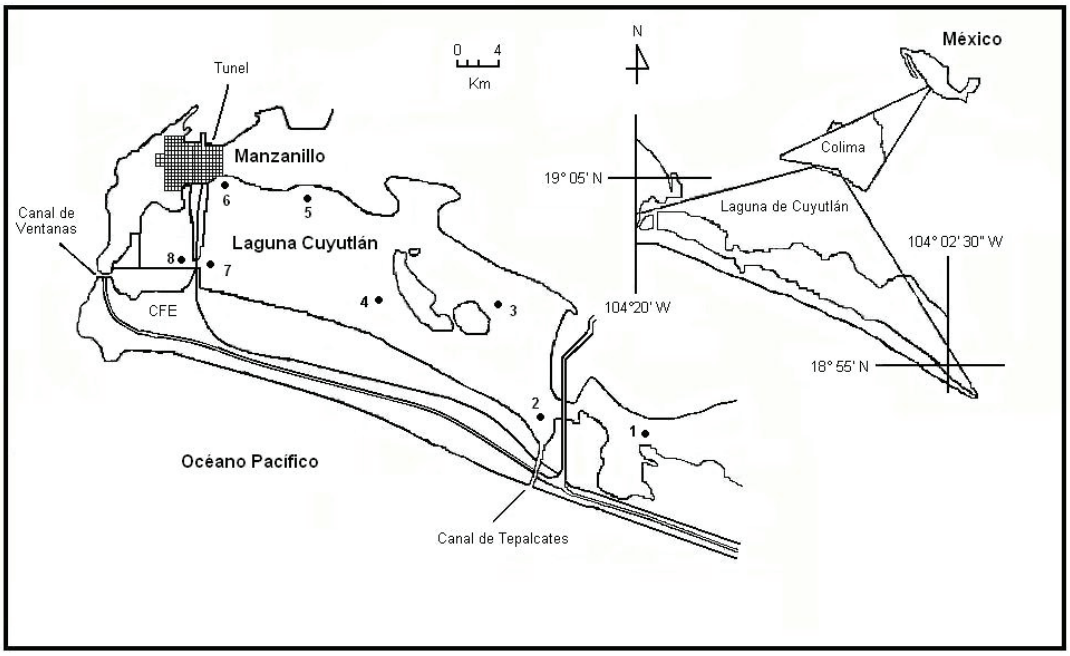
Las muestras de agua se recolectaron en un total de ocho estaciones ubicadas a lo largo de la laguna (Fig. 1); los muestreos se realizaron mensualmente durante dos ciclos, el primero de los cuales abarcó de noviembre de 1989 a octubre de 1990, y el segundo de octubre de 1991 a febrero de 1993. Las muestras de agua para el análisis de las variables físicas y químicas se recogieron a 0.5 m de profundidad, con una botella Niskin de 1.5 l de capacidad; se vaciaron en botellas de plástico que permanecieron en hielo hasta llegar al laboratorio, donde se congelaron hasta su análisis. Las variables cuantificadas fueron: nitratos, amonio, ortofosfatos y clorofila-*a* (*chl-a*), con los métodos descritos por Strickland y Parsons (1984). La salinidad fue determinada con un densímetro/salinómetro Atago Co. (0.01 UPS de precisión).

Para el análisis cuantitativo de fitoplancton se utilizaron muestras de 500 ml tomadas en las estaciones 2, 4, 6 y 8, preservadas con formol neutralizado a 4%. La densidad celular se determinó con el método de Utermöhl (1958) y un microscopio invertido Ame-

1. MC Esther Cabral-Solís. Investigadora del CRIP-Manzanillo

2. NOAA-Climate Prediction Center. *http://www.cpc.ncep.noaa.gov/comment-form.html*.

Figura 1
Localización del área de estudio y de las estaciones de muestreo



rican Optical. La sedimentación se realizó en cámaras de 10, 50 ó 100 ml, según la densidad de organismos. La identificación de las diatomeas se llevó a cabo a partir de muestras obtenidas en arrastres horizontales de 5 min de duración, para lo cual se utilizó una red cónica de 30 cm diámetro y 70 μm de luz de malla. El material se analizó en un microscopio óptico Zeiss con contraste de fase, utilizando preparaciones fijas, libres de materia orgánica (Hasle, 1978). El número mínimo de organismos identificados fue de 300 por muestra (Cholnoky, 1968; Kim y Barron, 1986; Siqueiros-Beltrones, 1990). La bibliografía utilizada para la identificación taxonómica está incluida en el Anexo 1. La riqueza específica (*s*) de los dos periodos de muestreo se comparó con un análisis de Mann-Whitney a 95% de confianza. La diversidad de la comunidad de diatomeas se describió con el índice de Shannon (Brower y Zar, 1977):

Ec. 1 $\quad H' = -\Sigma p_i \log_2 p_i$

Donde $p_i = n_i / N$, siendo n_i el número de individuos de la especie i y N el número total de individuos. La diversidad máxima se estimó, por muestreo y estación, con la fórmula:

Ec. 2 $\quad H'_{max} = \log_2 s$

El índice de uniformidad (J') es el cociente entre *H'* y *H'max* y varía entre 0, cuando domina una especie, y 1 cuando la diversidad es máxima. Por otro lado, tanto *H'* como *J'* fueron sometidos al análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (K-W) para contrastar las índices entre las temporadas, las estaciones de muestreo (E) y las estaciones climáticas (primavera y verano). Los valores de *J'* fueron convertidos con una transformación arcoseno (Daniel, 1977).

Las especies recolectadas en cada muestreo fueron analizadas con el método de Olmstead–Tukey, por lo cual la abundancia (expresada en logaritmos) y la frecuencia de cada una de las especies se graficaron en un plano cartesiano, en el que la abundancia correspondió al eje de las abcisas y la frecuencia al de las ordenadas. La mediana de cada variable determinó cuatro cuadrantes que permiten clasificar las especies como: *abundantes* (A), cuando la abundancia y la frecuencia superan la mediana; *ocasionales* (O), cuando la abundancia es mayor que la mediana, pero la frecuencia es menor que ese parámetro; *constantes* (C) cuando la frecuencia es mayor a la mediana, pero la abundancia menor; y *raras* (R) cuando ambas variables son menores a la mediana.

Las posibles relaciones entre las 14 especies más abundantes se determinaron con un análisis de correlación de Pearson con un valor de confianza de 95%. Posteriormente se organizó una matriz en que las variables eran las estaciones *E* y los renglones las ocho especies que estuvieron correlacionadas significativamente. Esta matriz fue sometida a un análisis de cúmulos; las distancias entre las variables se mi-

dieron con el método de las distancias euclidianas y el método de agrupación fue por promedios de pares no ponderados. Las agrupaciones detectadas con este método fueron relacionadas cualitativamente con las condiciones de salinidad del hábitat. Estas últimas se identificaron según el Sistema de Venecia (citado por Contreras-Espinosa, 1993) en: 1. Dulceacuícola (<0.5), 2. Mesohalino (0.5-18), 3. Polihalino (18-30), 4. Eurihalino (30-40), 5. Hipersalino >40.

Resultados

Condiciones meteorológicas

En el periodo de estudio la temperatura ambiente promedio osciló entre 23.28 y 29.7 °C, las anomalías térmicas fueron muy amplias (–1.52 a 2.21), mientras que la precipitación mensual varió entre 0 y 355 mm. Los años de 1989 y 1990 fueron cálidos, con temperaturas promedio de 26.63±1.92 y 27.53±1.81 °C, respectivamente, por lo cual las anomalías térmicas promedio fueron de 0.40±1.01 y 1.33±0.75. En el verano de 1990 dominaron las anomalías positivas (>2) y la temporada de lluvias estuvo delimitada entre junio y octubre (Fig. 2).

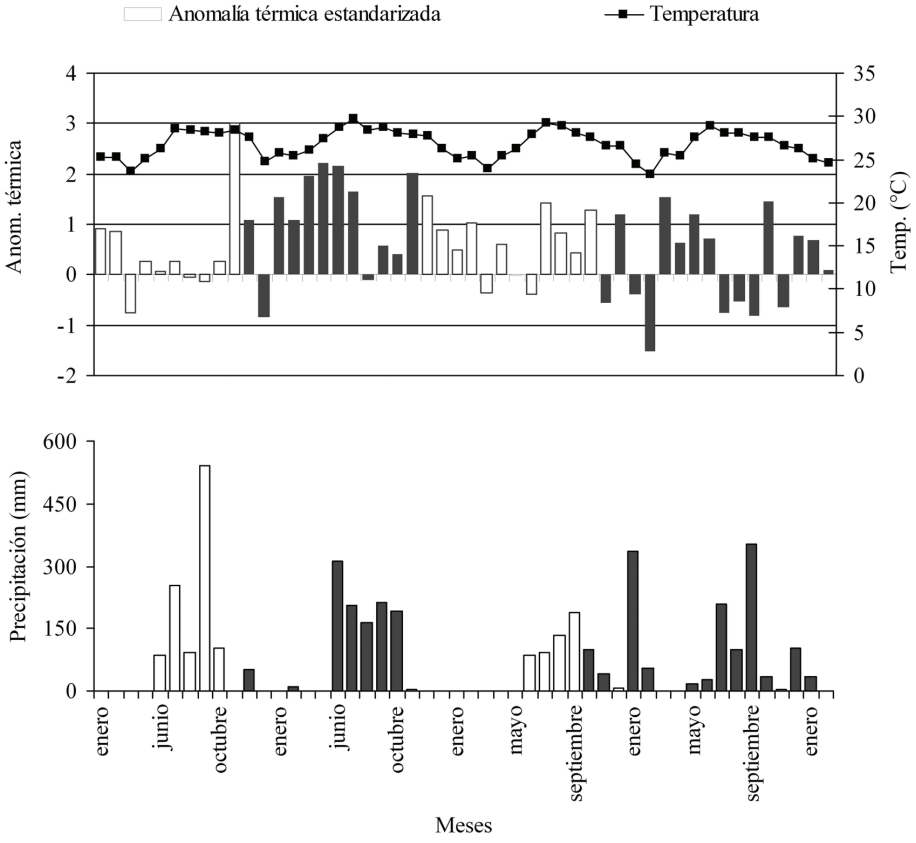
En contraste, 1991 y 1992 fueron más templados, con menor proporción de anomalías positivas; por otro lado, en 1991 la precipitación total anual fue de 646.1 mm, por lo que puede calificarse como un año *seco*, mientras que en 1992 fue de 1239.4 mm y hubo lluvias en invierno y verano.

Características hidrológicas.

La temperatura durante el primer ciclo de muestreo (1989-1990) osciló entre 26 y 34 °C, es decir, aproximadamente 2 °C más elevada que en el segundo periodo (Tabla 1). Las temperaturas más bajas se registraron en las estaciones ubicadas en la parte media de la laguna y en la E6, situada en las inmediaciones de El Túnel.

La salinidad en el primer ciclo se registró entre 25.5 y 57, mientras que en el segundo periodo fue más baja (17 y 42); las mayores salinidades se detectaron

Figura 2
Características meteorológicas durante el periodo comprendido entre enero de 1989 y febrero de 1993



Las barras oscuras representan los meses en los que se desarrolló el muestreo. La apertura de la barra ocurrió entre julio y octubre de 2002.

en las estaciones establecidas en el interior de la laguna (E1-E4) (Tabla 1).

En relación con los nutrientes, se localizaron altas concentraciones de nitratos en las zonas con menor influencia marina (E1-E4), donde el valor más alto fue de 7.65 μg-at l^{-1}; las mayores variaciones ocurrieron durante el primer ciclo de muestreo. En el segundo ciclo, durante la apertura del canal, el contenido de este compuesto fue más bajo y su distribución más homogénea (Tabla 1).

La concentración promedio de ortofosfato más elevada en el primer ciclo fue de 1.4 μg-at l^{-1} y se registró en la E7, ubicada a la altura del puente de las vías del ferrocarril; en el segundo ciclo los valores promedio fueron más altos que en el primer periodo, y el máximo (13.25 μg-at l^{-1}) se detectó en la E4, cercana a la isla (Tabla 1).

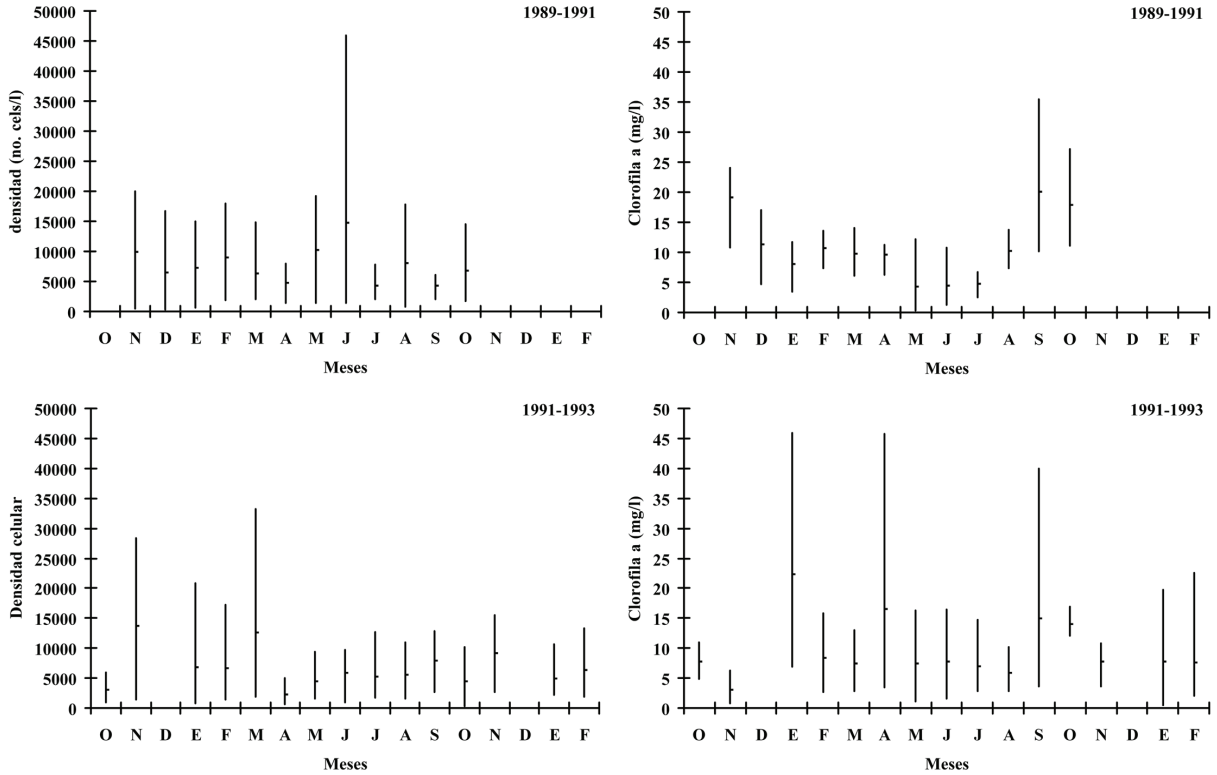
Durante todo el periodo de estudio los valores promedio de amonio fueron más elevados en la E1 (7.3 y 5.96 μg-at l^{-1}), la más interna, así como en las cercanías del área urbana y de El Túnel que comunica a la laguna con la bahía. Los valores más bajos se registraron en la E8 (Tabla 1).

Estos resultados muestran que durante el primer ciclo (1989-1990), en las estaciones ubicadas en el interior de la laguna (1-3), las condiciones fueron de euri e hipersalinidad y que la concentración de nutrientes fue elevada, lo cual sugiere que la tasa de recambio fue baja. En esa misma zona, durante el segundo ciclo (1991-1993), la variabilidad de estos compuestos se incrementó debido a la apertura del canal de comunicación con el mar y a los escurrimientos de agua dulce.

Densidad celular y clorofila-a

La densidad celular promedio en el ciclo 1989-1990, varió entre 1 320 cel·l^{-1} y 16 419 cel·l^{-1} y el contenido de *chl-a* entre 8.8 y 13.99 mg·l^{-1} (Tabla 2). En el segundo periodo (1991-1993), la densidad y la concentración promedio de pigmentos fueron más pequeñas, ya que se registraron entre 1 886 y 11 199 cel·l^{-1} y 6.9 y 14.02 mg·l^{-1}, respectivamente. En ambos periodos, en la E6 se detectaron los valores promedio más pequeños de densidad celular, mientras que los más grandes se registraron en la parte media de la laguna (E4).

Figura 3
Variaciones en los valores promedio de la densidad celular y la clorofila-*a* en la laguna



En el primer ciclo la mayor densidad se registró en el verano, mientras que en el segundo durante la primavera. El contenido de *chl-a* estuvo desfasado con la densidad. Valores medios ± desviación estandar .

Tabla 1
Parámetros estadísticos descriptivos de las variables analizadas

	1989-1990								*1991-1993*							
Estación (E)	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
TEMPERATURA °C																
Promedio	29.59	30.11	29.84	30.3	30.15	29.67	30.25	30.18	29.07	29.24	29.4	29.59	29.6	29.07	29.56	29.47
Desv. Estándar	1.45	1.62	1.93	2.08	1.72	1.45	1.84	1.73	1.98	1.96	2.12	2.02	2.22	1.79	2.08	1.83
Máximo	33	32	33	35	34	32	34	34	31	32.1	32	32	32	31.5	32	32
Mínimo	27.5	27	26	26.5	27	27	27	27.5	25	25	25	25	25.5	24.5	25	25
SALINIDAD																
Promedio	39.57	38.78	38.94	37.73	36.44	34.09	34.65	33.92	32.96	32.82	32.86	31.36	31.75	32.21	31.93	31.96
Desv. Estándar.	10.03	9.31	10.33	8.3	5.69	1.39	2.47	2.42	6.97	6.66	6.44	5.48	4.88	4.13	3.59	3.6
Máximo	57	56	57	50	45.5	36.5	39	39.8	42	41.5	40.05	36.5	36	34.5	35	34.5
Mínimo	28	29.97	26.63	25.53	29.92	31.5	31.5	30.41	18.5	18.5	19.5	17	20.5	22	22.5	23
NITRATOS																
μg-at $\cdot l^{-1}$																
Promedio	2.73	1.67	1.47	2.24	1.2	1.94	1.52	0.75	2.5	2.21	1.64	1.29	1.28	1.67	1.61	1.65
Desv. Estándar	2.4	1.65	1.52	2.4	0.94	1.13	1.42	0.88	1.9	1.39	0.97	0.78	0.72	0.94	0.75	0.83
Máximo	7.65	5	5.36	7.61	3.4	4.3	4.6	3.43	7.56	6.05	3.12	2.96	3.15	3.85	3.25	3.37
Mínimo	0.43	0.377	0.1	0.44	0.11	0.428	0	0.1	0.7	0.46	0.23	0.23	0.2	0.6	0.65	0.32
ORTOFOSFATOS P-																
μg-at $\cdot l^{-1}$																
Promedio	0.79	0.89	0.86	1.1	1.03	0.98	1.4	1	2.48	1.43	2.14	3.87	2.91	1.66	1.46	1.66
Desv. Estándar	0.79	0.67	0.84	0.97	0.98	0.78	1.28	0.88	2.79	0.6	1.93	4.16	2.2	0.8	0.6	0.8
Máximo	2.68	2.2	3.06	2.87	3.17	2.57	3.69	2.87	11.8	2.55	6.63	13.25	5.68	2.84	2.42	2.75
Mínimo	0.04	0.04	0.04	0.002	0.04	0.04	0.04	0.15	0.4	0.5	0.45	0.5	0.5	0.25	0.6	0.1
AMONIO																
μg-at $\cdot l^{-1}$																
Promedio	7.3	4	5.28	2.73	3.81	3.49	3.12	2.75	5.96	4.32	3.54	3.1	2.86	3.64	3.12	3.44
Desv. Estándar	9.46	2.67	7.4	1.66	2.91	1.91	1.68	1.48	2.53	1.46	1.36	0.91	1.42	1.08	1.24	1.6
Máximo	28.51	11.31	28	5.71	10.91	7.3	5.71	6.61	9.8	6.41	6.55	4.44	6.38	6.16	4.95	6.88
Mínimo	1.18	1.62	1.47	0.95	1.21	0.59	1.33	1.35	1.92	1.59	0.89	0.76	0.31	1.98	1.27	0.44

Tabla 2
Densidad (D) del fitoplancton (cel·l^{-1}) y concentración de clorofila-*a* (*chl-a*; unidades: mg·l-1) durante los dos periodos de muestreo

1989-1990

		mes												*Promedio*	*Desv.*
Est	*Var*	*Nov*	*Dic*	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*		*Estándar*
E2	*chl-a*	24.08	17.1	9.6	13.62	14	10.3	12.26	10.8	6.79	13.68	20.52	15.2	13.99	4.80
E2	D	2575	2070	1300	4010	2400	2725	2137.5	1550	2940	945	2865	1685	2266.88	840.02
E4	*chl-a*	24.08	4.7	7.1	8.43	10.2	11.3	3.44	3.9	6.36	7.31	10.14	27.2	10.34	7.59
E4	D	20025		11825	17950	5975	6550	17975	46000		17775	5622.5	14500	16419.8	11749.6
E6	*chl-a*	10.81	12.07	3.5	7.4	6.15	10.33	0.26	1.3	2.5	2.52	11.5	35.5	9.21	9.70
E6	D	525	385	585	1925	2055	1395	1390		1405	2020	810	2030	1320.45	649.97
E8	*chl-a*	17.4	11.1	11.7	12.9	8.23	6.3	1.02	1.6	3.02	7.89	13.93	11.1	8.84	5.127
E8	D	16250	16650	14925	11475	14825	7950	19200	10075	7787.5	12525	6100	4200	11830.2	4688.18

1991-1993

		mes															*Promedio*	*Desv.*
Est	*Var*	*Oct*	*Nov*	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Nov*	*Ene*	*Feb*		*Estándar*
E2	*chl-a*	6.94	6.25	14.21	11.8	12.98	8.06	16.23	16.4	4.55	2.86	40	17	10.79	19.79	22.5	14.02	9.166
E2	D	865	1420	840	1455	5105	1400	4675	5875	1885	4630	7430	4555	2610	4015	3530	3352.67	2030.31
E4	*chl-a*	10.97	0.72	45.93	15.77	6.83	8.39	7.8	1.5	5.4	4.63	7.35	14	9.91	5.79	2.93	9.86	10.82
E4	D	6022.5	11034	20900	17250	33275	577	1850	6775	12675	5075	12775	254	15475	10655	13400	11199.5	8660.6
E6	*chl-a*	4.83	3.06	22.3	2.61	2.82	45.7	1.13	2.05	2.8	5.83	3.66	12.59	3.64	0.5	1.96	7.69	11.89
E6	D	2225		1700	1475	1830	2025	1620	960	1725	1580	2705	2570		2250	1860	1886.54	470.85
E8	*chl-a*	8.1	2.14	6.84	3.29	6.53	3.4	4.05	10.65	14.73	10.16	8.4	12.11	6.38	4.86	2.53	6.94	3.74
E8	D	2800	28400	3250	6425	9875	4950	9425	9650	4375	10925	8400	10250		2450		8551.92	6705.57

Se presentaron dos lapsos con elevada densidad celular, de los cuales, el primero fue más conspicuo y se detectó al final del otoño y durante el invierno, mientras que el segundo en el verano (Fig. 3). Sin embargo, hubo variaciones entre los dos ciclos de muestreo; el pico de invierno de 1990 alcanzó valores promedio ligeramente más elevados que el de 1992, pero en este último año las densidades puntuales fueron más grandes, especialmente en marzo, cuando se registró la más alta de ese periodo.

En el verano de 1990 la densidad celular alcanzó su máximo en junio, en especial en la E4 (Fig. 3); en contraste, en 1992 el florecimiento de verano fue menos evidente y solo se detectaron pequeños incrementos en septiembre y noviembre.

A continuación se presentan los resultados por estación de muestreo.

Estación 2 (interior de la laguna). En el primer ciclo de muestreo la densidad celular y el contenido de *chl-a* fueron menores que en el segundo año (Fig. 4). La tendencia de las dos variables fue diferente entre ambos periodos: entre febrero y octubre de 1989 fue negativa, mientras que de febrero a septiembre de 1992 fue positiva. Por otro lado, el valor de la *chl-a*, de septiembre de 1992 (40 $mg \cdot l^{-1}$), superó ampliamente al resto de los registros de esa estación, ya que el primer y el tercer cuartiles fueron de 9.3 y 16.7 $mg \cdot l^{-1}$, respectivamente. Los valores más altos de *chl-a* coincidieron con la apertura del canal de Tepalcates. Cabe mencionar que sólo en esa estación y durante el segundo periodo de muestreo, la *chl-a* y la densidad celular estuvieron significativamente correlacionadas ($r = 0.66$; $p = 0.007$; $N = 15$), aunque esta tendencia aparentemente estuvo determinada por los datos de septiembre, cuando se registraron 40 $mg \cdot l^{-1}$ de *chl-a* y 7 430 $cel \cdot l^{-1}$, respectivamente (Tabla 2).

Estación 4 (parte media de la laguna). En gran número de muestreos la mayor densidad de fitoplancton se presentó en esta área. Durante el primer intervalo (1989-1990), el máximo se registró en junio (46 000 $cel \cdot l^{-1}$); mientras que en el segundo se encontró en marzo (33 275 $cel \cdot l^{-1}$). El contenido de *chl-a* fue muy heterogéneo, los valores más elevados se obtuvieron en el otoño y los más bajos al final de la primavera (Fig. 4; Tabla 2). Los cambios de estas variables estuvieron desfasados aproximadamente tres meses, de acuerdo con los análisis de correlación cruzada ($r = 0.67$, $p<0.05$; $N = 7$).

Estación 6 (adyacente a El Túnel). La densidad de los organismos fitoplanctónicos fue menor que en el resto de las estaciones y presentó pocas fluctuaciones, probablemente por la cercanía de este punto con el centro urbano de Manzanillo. Sin embargo, la concentración de *chl-a* presentó varios *picos*, como los detectados en septiembre de 1990, así como en enero y abril de 1992 (Fig. 4; Tabla 2). En este último mes se midió el valor más alto de ambos periodos de estudio (45.7 $mg \cdot l^{-1}$).

La tendencia de la densidad en los dos intervalos de estudio fue positiva; mientras que la tendencia de la *chl-a* fue positiva en el primer periodo, aunque aparentemente estuvo sesgada por los valores de septiembre (Tabla 2); y negativa en el segundo.

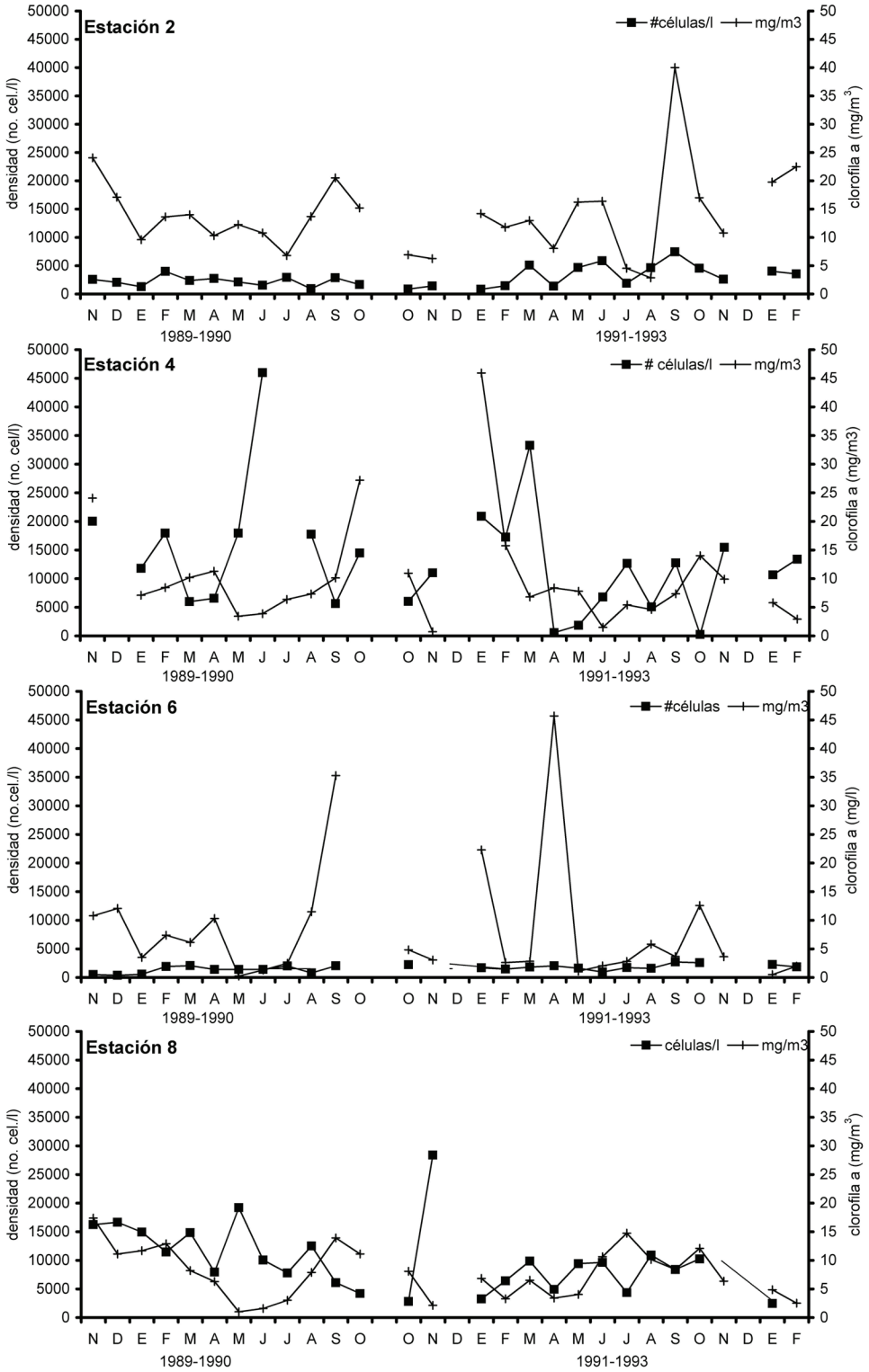
Estación 8 (adyacente al canal de Ventanas). Esta área estuvo permanentemente influenciada por el agua marina; la densidad celular fue elevada pero la tendencia fue negativa durante los dos ciclos. En contraste, el contenido de *chl-a* fue de los más bajos y, por otro lado, las densidades más grandes correspondieron a las concentraciones más pequeñas de *chl-a* (Fig. 4; Tabla 2).

Número de especies (s) e índice de diversidad. En el ciclo 1989-1990 se registraron entre 58 y 76 especies; la E8 tuvo la mayor riqueza específica, mientras que la E6 fue la más pobre (Tabla 3). En el ciclo 1992-1993, *s* varió entre 73 y 87; las estaciones con mayor riqueza fueron la E2 y la E8, mientras que las más pobres la E4 y la E6. La prueba de Mann-Whitney mostró que el número de especies fue significativamente diferente ($p<0.01$) entre ambos periodos cuando se comparó la riqueza de las estaciones 2, 4 y 6, pero no cuando se contrastó la riqueza de cuatro estaciones en los dos periodos. Por otra parte, después de la apertura del canal de Tepalcates aumentó la riqueza específica en todas las estaciones.

Los índices de diversidad (H') en el primer periodo oscilaron entre 2.3 en la E8 en el mes de julio, y 4.12 en la E2 en octubre. Los valores promedio más elevados se encontraron en las estaciones 2 y 8; en esta última se detectaron las variaciones más amplias (Tabla 3). En el segundo periodo, en la E2 se registraron los valores extremos, el mínimo en enero de 1993 (1.14) y el máximo en marzo (4.71). Los valores promedio más altos se presentaron en la E8 y en la E2 los más bajos.

Las comparaciones de los *H'* efectuadas con la prueba K-W dentro de cada una de las temporadas, no arrojaron resultados significativos. Por otro lado, la diversidad fue significativamente diferente entre temporadas ($H_{(1,\ N=46)} = 8.60$; $p<0.001$); muy probablemente porque los valores de los índices en los meses de verano fueron distintos ($H_{(1,\ N=24)} = 9.02$; $p = 0.002$) entre los dos periodos de muestreo. Los resultados significativos se mantuvieron aun cuando se excluyeron los datos de la E8 ($H_{(1,\ N=18)} = 4.12$; $p = 0.04$), ya que en ese punto fue donde se presentó el mayor incremento de la diversidad. Por otro lado, los índices obtenidos en los meses de primavera de las dos temporadas no fueron significativamente diferentes.

Figura 4
Variaciones en la densidad celular y la clorofila-*a* por estación de muestreo



La densidad más elevada se obtuvo en la E4 y los valores puntuales de *chl-a* en la E6. Estas variables presentaron menos cambios en las estaciones 2 y 8, excepto en la E2, cuando el canal de Tepalcates estuvo abierto.

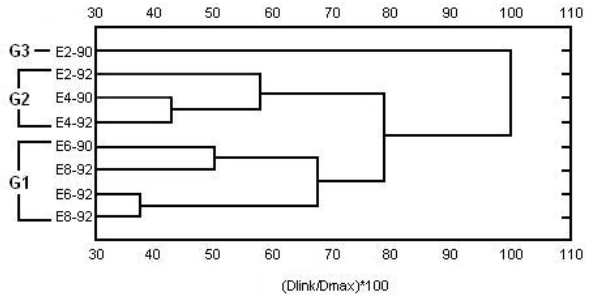
Los contrastes que se hicieron con los índices de cada estación mostraron que las diferencias en la diversidad de las dos temporadas fueron significativos en la E4 ($H_{(1, N=12)} = 3.69$; $p=0.054$)y la E8 ($H_{(1, N=11)} = 7.5$; $p<0.01$). En ambos casos la sumatoria de rangos fue mayor en el segundo ciclo de muestreo.

El índice de uniformidad (J') promedio en el primer periodo fue de 0.73 y en el segundo de 0.74; no obstante, el valor del segundo periodo estuvo sesgado por el de la E2, ya que al excluirlo, el promedio fue ligeramente mayor (0.77). Las desviaciones estándar de este índice en el primer ciclo se incrementaron desde el interior de la laguna (E2 = 0.04) hacia el canal de Ventanas (E8 = 0.08), mientras que en el segundo ocurrió lo contrario y las diferencias fueron de casi un orden de magnitud (E2 = 0.18; E8 = 0.023); la variabilidad fue mayor en 1992, en especial después de la apertura del canal de Tepalcates (Tabla 3).

Los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba K-W fueron significativos cuando se compararon los valores de las dos temporadas ($H_{(1, N=46)} = 3.86$; $p = 0.049$); en el resto de los contrastes no se encontraron diferencias significativas.

El análisis de cúmulos de las especies más abundantes permitió identificar tres grupos de estaciones (con una similitud superior o igual a 70%), lo que permitió dividir la laguna en tres zonas: Grupo 1, con influencia marina moderada, correspondió a los puntos E6 y E8; Grupo 2 formado por las estaciones 4 y 2 en el segundo periodo, cuando la influencia marina fue muy baja, y el Grupo 3 formado por la E2, antes de la apertura del canal de Tepalcates (Fig. 5).

Figura 5
Diagrama de cúmulos resultante de asociar las especies más abundantes entre las estaciones de muestreo



Especies representativas de diatomeas

En los dos ciclos de muestreo se encontró un total de 143 taxones y variedades (Anexo 2). En los dos ciclos de muestreo se recolectaron 28 especies comunes y 13 de ellas fueron las más abundantes (Tabla 4), la mayoría de las cuales fueron características de ambientes salobres y estuarinos (véase los hábitos y el hábitat preferido en el Anexo 2).

Algunas especies sólo se observaron en el primer o en el segundo ciclos de muestreo; 30 fueron más abundantes en el primero, dentro de las que destacan *Amphora ovalis*, *Anomoneis sphaerophora* var *costata*, *Cyclotella striata*, *Fallacia tenera*, *Hantzchia anfioxus* y *Pinnularia acrosphaeria* (Tabla 4). Otra característica de ese periodo es que abundaron las diatomeas de hábitos bentónicos (Tabla 5) y en todas las estaciones de muestreo hubo mayor proporción de especies de aguas salobres y saladas (Tabla 6).

En el segundo ciclo 54 especies fueron más abundantes que en el primer lapso de muestreo, de las cuales 31 fueron características de este periodo; entre ellas, las más conspicuas fueron algunas especies de *Chaetoceros*, *Haslea frauenfeldii*, *Hyalosynedra laevigata*, *Skeletonema costatum*, dos especies de *Stauroneis*, *Tabularia fasciculata* y *Plagiotropis vanheurckii.* Otra particularidad de este último año es que disminuyó la proporción de especies bentónicas durante los meses en que estuvo abierta la laguna y se incrementó el porcentaje de especies de aguas marinas, cosmopolitas y dulceacuícolas (estas últimas en la E8), como se observa en las *tablas 5* y *6*.

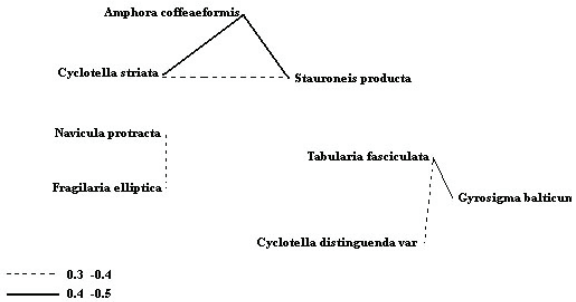
El análisis de cúmulos aplicado a las especies más abundantes (Fig. 6) mostró que hubo correlación (r = 0.4-0.5) entre *A. coffeaeformis*, *C. striata* y *S. producta*, así como entre *T. fasciculata* y *G. balticum*. Las tres primeras son especies bentónicas que soportan condiciones salinas e hipersalinas e incluso *S. producta* tolera la desecación. *Tabularia fasciculata y G. balticum* son cosmopolitas, por lo que se encuentran en ambientes marinos, aguas salobres y estuarios.

Otras especies que presentan correlación (0.3-0.4) son: *N. protracta,* diatomea de ambientes salobres a dulces, tolerante a ambientes de alta contaminación orgánica, y *F. elliptica*, cosmopolita de aguas dulces y salobres.

Distribución de las diatomeas en el espacio y el tiempo

Estación 2 (nov. de 1989 a oct. de 1990). En este punto, *Fragilaria elliptica, Cyclotella striata* y *Gyrosigma balticum*, fueron las especies más conspicuas (Tabla 4); *F. elliptica,* diatomea cosmopolita de ambientes salobres y salinos, abundó durante el otoño y primavera; mientras que *C. striata* y *G. balticum,* especies bentónicas de ambientes estuarinos, fueron más cuantiosas durante el verano (Fig. 7). Las variaciones de *C. striata*

Figura 6
Diagrama de cúmulos resultante de asociar las especies más abundantes



sugieren que estuvo correlacionada con *F. elliptica*, pero los análisis no arrojaron resultados significativos ($r = –0.34$; $p = 0.3$).

Estación 2 (marzo de 1992 a feb. de 1993). Cuando el canal permaneció cerrado, *Cyclotella distinguenda,* diatomea cosmopolita y planctónica, fue la especie dominante (Fig. 7), especialmente en mayo y octubre de 1992, así como en enero de 1993 (cuando su abundancia equivalió a 86%). Otra especie importante fue *Navicula salinicola*, cuya densidad presentó *picos* en marzo de 1992 y en febrero de 1993, ya que es una especie bentónica que puede soportar amplios rangos de salinidad. La abundancia de *S. producta* y *G. balticum* estuvo correlacionada cuando la salinidad fue elevada, antes y después de la apertura del canal. Durante el lapso en que Tepalcates estuvo abierto destacaron: *Chaetoceros atlanticus*, especie marina, y *Cyclotella atomus*, que tolera altas concentraciones de material orgánico.

Estación 4 (enero de 1990-oct. de 1990). En este lugar proliferaron tres especies (Fig. 7), cada una de las cuales llegó a representar hasta 40% de abundancia: *S. producta* se presentó en febrero, cuando la salinidad fue elevada; *C. striata* sólo fue registrada en marzo y, puesto que es bentónica, es posible que haya sido resuspendida por la circulación vertical impulsada por el viento; y *G. distinguenda*, especie cosmopolita de hábitos planctónicos, que proliferó en junio, cuando escaseó el resto de las especies.

En los intervalos de abril-mayo y julio-agosto, *S. producta*, *Amphora coffeaeformis* y *Amphora angusta* var *ventricosa,* presentaron el mismo tipo de variaciones; en junio, cuando *C. distinguenda* fue la dominante, disminuyó la densidad de las tres. Por otra parte, la abundancia de *G. balticum* estuvo correlacionada con la de *S. producta* en abril y mayo, y entre julio y agosto con *A. coffeaeformis,* como ocurrió en la E2 en 1992.

Estación 4 (abril de 1992 a feb. de 1993). Inmediatamente después de la apertura del canal, proliferaron *A. angusta var ventricosa, C. striata* (Fig. 7), posiblemente porque fueron resuspendidas de los sedimentos al entrar agua marina. En este periodo se registró *Plagiotropis lepidoptera,* diatomea marina de aguas costeras. Durante casi todo el periodo en el que el canal estuvo abierto abundaron *G. balticum* y *Ch. atlanticus*. Después de que el canal se cerró, se incrementó *G. distinguenda,* especie cosmopolita que soporta amplias variaciones de temperatura y salinidad. En octubre, cuando el canal fue cerrado por los huracanes, dominaron especies planctónicas, quizá introducidas por el oleaje de tormenta y con capacidad para adaptarse y proliferar en la laguna; en ese mes esos organismos representaron aproximadamente 50% de la abundancia (Fig. 7).

Estación 6 (enero a octubre de 1990). En marzo proliferó *Nitzschia compressa* (marina, cosmopolita), y en mayo *Tryblionella coarctata* (marina, nerítica, cosmopolita). Durante esos meses disminuyó la diversidad. En el resto de la primavera y el verano dominaron *A. coeffeaeformis* y *Tabularia fasciculata*, especies eurihalinas. En este periodo se detectó una relación inversa entre *Nitzchia* y *Amphora*, posiblemente por el efecto de sombra causado por los florecimientos (Fig. 7).

Otra especie abundante fue *N. protracta*, tolerante a elevadas concentraciones de materia orgánica y cambios de salinidad.

Estación 6 (abril de 1992 a febrero de 1993). Durante la primavera y el verano dominaron *T. fasciculata*, *A. coffeaeformis* y *S. producta* (Fig. 7). En abril, cuando *S. producta* y *A. coffeaeformis* fueron abundantes, se detectaron las concentraciones de *chl-a* más altas (>45 mg·l^{-1}). En septiembre, después de la apertura del canal, se registraron elevadas densidades de *C. atlanticus*, y en octubre de *G. distinguenda*, cuando el contenido de *chl-a* fue elevado.

Estación 8 (enero a octubre de 1990). La especie más conspicua fue *T. fasciculata*, especie holoeurihalina, común en lagunas hipersalinas, cuya abundancia relativa máxima ocurrió en julio (65%), como lo muestra la *figura 7*. Durante el resto del año la abundancia relativa de las especies más comunes se encontró entre 10 y 30%. En primavera abundaron *T. coarctata* (marzo) y *C. atlanticus* (abril), mientras que en invierno y verano las diatomeas más numerosas fueron *G. balticum, S. producta* y *A. coeffeaeformis*. Los periodos en los que cada una de estas especies alcanzó la densidad más elevada estuvieron desfasados en el tiempo, ya que *G. balticum* abundó en agosto, *S. producta* en septiembre y *A. coeffeaeformis* en octubre.

Estación 8 (abril de 1992 a febrero de 1993). La abundancia relativa de la mayoría de las especies fue menor a 5% (Fig. 7), excepto la de *A. coeffeaeformis*, que varió entre 5% y 18%. Aunque la correlación con

Tabla 3

Riqueza específica (s), índices de diversidad de Shannon (H') y de Uniformidad (J'), registrados en los dos periodos de muestreo. Las columnas sombreadas corresponden a los meses en que estuvo abierto el canal

1989-1990	*Índice*	*s*	*Nov*	*Dic*	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Prom.*	*Desv. Estándar*	*Max*	*Min*
E2	H'	68	3.18	4.09	3.66	3.69	3.45	3.99	4.04		4.03	4.01	4.02	4.12	3.84	0.31	4.12	3.18
E2	J'		0.70	0.78	0.76	0.75	0.71	0.78	0.77		0.79	0.80	0.80	0.82	0.77	0.04	0.82	0.70
E4	H'	66			3.99	3.07	3.46	3.58	3.53	2.86	3.36	3.69	3.91	3.39	3.48	0.35	3.99	2.86
E4	J'				0.77	0.68	0.69	0.76	0.72	0.60	0.78	0.76	0.78	0.73	0.73	0.06	0.78	0.60
E6	H'	58	3.70	3.54	3.62	3.69	2.45	3.76	2.90	3.27	3.57	3.78	3.79	3.71	3.48	0.41	3.79	2.45
E6	J'		0.79	0.71	0.71	0.75	0.53	0.75	0.62	0.74	0.74	0.78	0.75	0.77	0.72	0.07	0.79	0.53
E8	H'	76	3.99	4.16	3.68	3.86	3.62	3.59	3.11	3.72	2.30	3.22	3.41	3.58	3.52	0.49	4.16	2.30
E8	J'		0.79	0.78	0.73	0.81	0.71	0.72	0.72	0.75	0.48	0.69	0.75	0.74	0.72	0.08	0.81	0.48

1992-1993		*s*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sept*	*Oct*	*Nov*	*Ene*	*Feb*		*Prom.*	*Desv. Estándar*	*Max*	*Min*
E2	H'	85	4.63	4.21	2.74	2.95	4.71	4.51	3.88	2.62	4.05	1.14	4.32		3.61	1.12	4.71	1.14
E2	J'		0.84	0.79	0.59	0.67	0.86	0.81	0.74	0.53	0.82	0.25	0.59		0.68	0.18	0.86	0.25
E4	H'	73		3.27	3.95	4.25	4.02	3.89	4.41	3.32	4.12	3.84	3.88		3.90	0.36	4.41	3.27
E4	J'			0.66	0.78	0.82	0.79	0.71	0.82	0.63	0.79	0.77	0.79		0.76	0.07	0.82	0.63
E6	H'	75		3.10	4.02	3.87	4.21	4.14	3.51	3.78	4.43	3.87	3.54		3.85	0.39	4.43	3.10
E6	J'			0.69	0.80	0.74	0.78	0.76	0.77	0.74	0.83	0.80	0.74		0.76	0.04	0.83	0.69
E8	H'	87	4.22	4.10	3.95		4.30	4.45	4.01	4.29	4.53	3.82	4.26		4.19	0.22	4.53	3.82
E8	J'		0.83	0.78	0.79		0.80	0.84	0.77	0.80	0.83	0.77	0.80		0.80	0.02	0.84	0.77

Tabla 4

Especies abundantes durante ambos ciclos de muestreo y en cada uno de ellos. Clasificación de las especies según el análisis gráfico de Olmstead-Tukey. A: abundante C: constante, O: ocasional, R: rara. Las celdas sombreadas corresponden a las especies que abundaron durante todo el periodo de estudio

Ambos periodos	*90*					*92*						*Abundaron en el primer periodo*	*90*					*92*					
	Estación				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*		*Estación*				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*
Especie	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*			*Especie*	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*		
Achnanthes margenstriata	R	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Achnanthes brevipes var angustata*	R			R	2			R		1	3
Achnanthes submarina	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Achnanthes septata*			A		1						1
Amphora angusta var ventricosa	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Amphora ovalis*	R	C	R	A	4	C	C		O	3	7
Amphora coffeaeformis	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Anomoneis sphaerophora var costata*		O		R	2	R				1	3
Amphora lineolata	A	R	R	C	4	A	A	A	C	4	8	*Anomoneis sphaerophora*	C		R		2				R	1	3
Aulacoseira granulate	A	C	A	A	4	A	A	R	A	4	8	*Bacteriastrum comosum*			R		1						1
Aulacoseira sp 1	R	C	A	R	4	R	A	A	A	4	8	*Biddulphia biddulphiana*			R	A	2				R	1	3
Campylodiscus clypeus	A	A	R	A	4	C	C	R	R	4	8	*Caloneis anphisbaena f subsalina*		C			1						1
Entomoneis alata	A	A	A	A	4	A	A	A	C	4	8	*Cocconeis sp1*			1		1						1
Fragilaria elliptica	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Cyclotella striata*	A	A	A	A	4		A	A		2	6
Gomphonema parvulum	A	R	R	R	4	A	C	R	A	4	8	*Diploneis fusca var pelagi*	R		R	R	3			R		1	4
Gyrosigma balticum	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Eunotia pectinalis*	R			R	2						2
Navicula clamans	A	A	R	R	4	C	O	R	R	4	8	*Eunotograma marino*	R	O			2	R				1	3
Navicula gregaria	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Fallacia forcipata*			R		1						1
Navicula protracta	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Fallacia tenera*	A	A	R	O	4		C	R	C	3	7
Navicula salinicola	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Fragilaria fasciculata*		A			1						1
Navicula yarrensis	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Fragilaria pinnata var trigona*	C	R	R		3		C		R	2	5
Nitzschia angularis	R	A	A	R	4	A	A	A	A	4	8	*Gyrosigma acuminatum*	O	A		O	3	A	C			2	5
Nitzschia capitellata	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Hantzschia anfioxus*	A				1						1
Nitzschia frustulum	A	A	R	A	4	A	A	R	A	4	8	*Navicula margalithii*	R	R	R	C	4	O				1	5
Nitzschia martiniana	A	A	O	A	4	A	A	A	A	4	8	*Neidium afine*	R		R		2						2
Nitzschia pusilla	C	C	A	A	4	A	A	A	A	4	8	*Petroneis granulate*	C		C	A	3		R		R	2	5

Ambos periodos	*90*					*92*						
	Estación				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*	
Especie	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*			
Nitzschia sigma	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	
Opephora pacifica	R	O	A	A	4	C	C	A	A	4	8	
Plagiotropis lepidoptera	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	
Stauroneis producta	A	A	A	A	4	A	A	A	A	4	8	
Staurosira construens	O	A	A	A	4	O	A	A	A	4	8	
Tryblionella hungarica	A	O	R	R	4	R	R	R	R	4	8	

Abundaron en el primer periodo	*90*					*92*						
	Estación				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*	
Especie	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*			
Pinnularia acrosphaeria	R		R	R	3	R				1	4	
Psammodictyon constrictum			R	R	2	R				1	3	
Sellaphora pupula	R				1						1	
Surirella fastuosa				R	1						1	
Surirella febigeri	R	C	R	A	4	R	R		C	3	7	
Thalassiosira eccentrica	R	O		R	3	R			R	2	5	

Abundaron en el segundo periodo	*90*					*92*						
	Estación				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*	
Especie	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*			
Achnanthes clevei				R	1			R	R	2	3	
Achnanthes delicatula				R	1			R	R	2	3	
Amphora bigibba						R		A		2	2	
Ardissonea crystalline				R	1			R	R	2	3	
Aulacodiscus petersi		R			1	R	R			2	3	
Bacillaria paradoxa		R			1			R	R	2	3	
Bacteriastrum hyalinum									R	1	1	
Caloneis amphisbaena	A			A	2	R	C	R		3	5	
Chaetoceros atlanticus		A		O	2	R	A	A	A	4	6	
Chaetoceros debile				R	1			R	O	2	3	
Chaetoceros decipiens				O	1			O	O	2	3	
Chaetoceros didymus		R		O	2		R	O	O	3	5	
Chaetoceros peruvianus									R	1	1	
Chaetoceros sp 1				R	1	A	A	A	A	4	5	
Cocconeis diruptoides						R				1	1	
Coscinodiscus gigas									R	1	1	
Cyclotella atomus	A	R	R	R	4	A	A		R	3	7	
Encyonema pusilla	R			R	2	R	A	A	A	4	6	
Eunotia lunaris						A			R	2	2	
Fallacia pygmaea	A	R	R		3		A		R	2	5	
Fragilaria pinnata						A				1	1	
Frustulia rhomboides		R			1	R			R	2	3	
Grammatophora marina						R				1	1	
Hantzschia marina									R	1	1	
Haslea frauenfeldii				R	1	R	R	R	C	4	5	
Hyalosynedra laevigata		R		R	2	R	R	A	A	4	6	
Licmophora abbreviata						R		R		2	2	

Abundaron en el segundo periodo	*90*					*92*						
	Estación				*T1*	*Estación*				*T2*	*Total*	
Especie	*2*	*4*	*6*	*8*		*2*	*4*	*6*	*8*			
Lithodesminum undulatum							R			1	1	
Mastogloia exigua		R			1		R	A	A	3	4	
Navicula balusiensis	R	R			2	O	R	R	R	4	6	
Navicula cancellata		R		A	2	C	R	A	C	4	6	
Navicula longa	O		A		2	A	R	R	R	4	6	
Navicula salinarum			R		1	R		R	R	3	4	
Navicula sp 9								R		1	1	
Nitzschia compressa var compressa	A	R	O		3	R	R	R	O	4	7	
Nitzschia longissima						R	R			2	2	
Nitzschia scalpelliformis									R	1	1	
Odontella aurita				A	1	C	R	R	R	4	5	
Pinnularia lundii							R			1	1	
Pleurosigma salinarum						R		R		2	2	
Proschkinia complanata						R				1	1	
Rhizosolenia styliformis						R				1	1	
Rhopalodia gibberula	R		R	R	3	C	C	A	A	4	7	
Skeletonema costatum		R			1		R	A	C	3	4	
Stauroneis anceps							R	R		2	2	
Stauroneis gregorii	R	R			2	R	R		R	3	5	
Synedra ulna		R		R	2	R	R	R	O	4	6	
Tabularia fasciculata	A		A	A	3	A	A	A	A	4	7	
Thalassiosira decipiens		R			1		C	R	O	3	4	
Thalassiosira nanolineata						R			R	2	2	
Thalassiosira subtilis								R		1	1	
Thalassiothrix heteromorfa				R	1	R	R	R		3	4	
Trigonium alternans									R	1	1	
Plagiotropis vanheurckii (=Tropidoneis vanheurckii)							R	R	R	3	3	

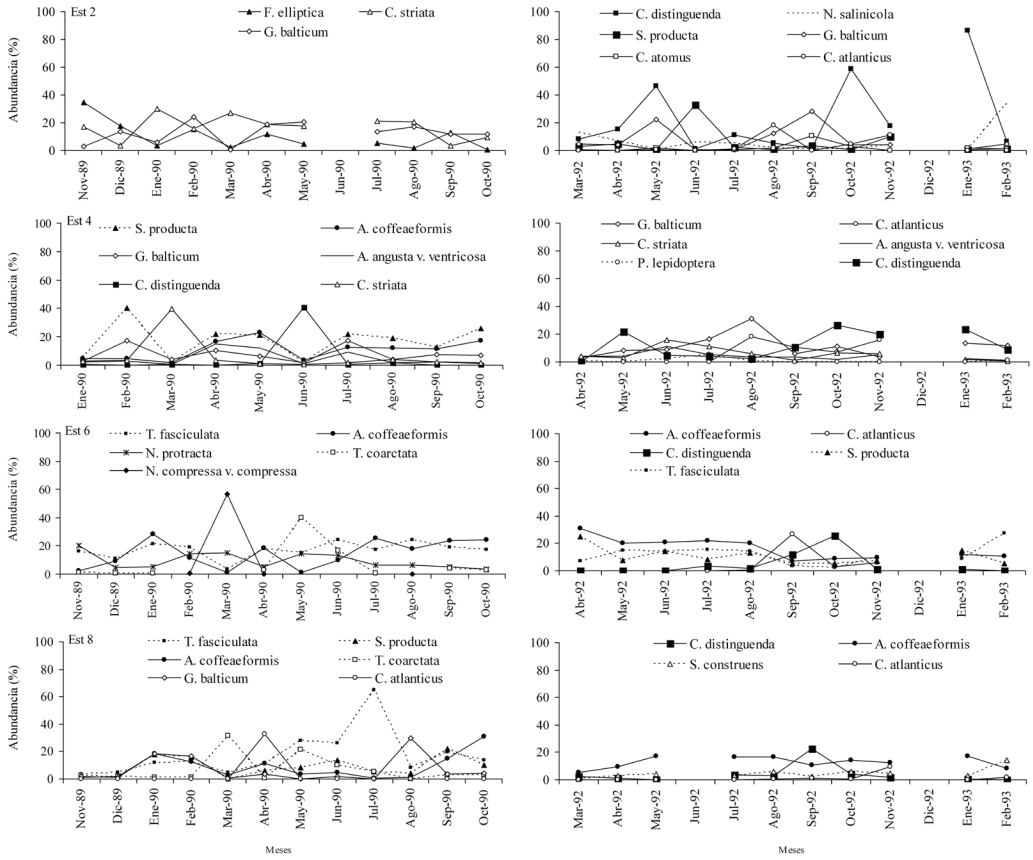
la temperatura del agua fue débil ($r = 0.57$; $p = 0.08$), sugiere que esta diatomea prefiere las aguas cálidas. *S construens* presentó variaciones semejantes a las de *A. coeffeaeformis*, pero fue más numerosa en febrero. La mayor concentración de *C. distinguenda* se observó en septiembre (22%), mientras que en agosto era de 3%. *C. atlanticus* presentó cambios similares (1.5%-10%).

Discusión

Durante el primer ciclo de muestreo la temperatura del agua y la salinidad en la laguna de Cuyutlán fueron elevadas debido a las condiciones meteorológicas imperantes y a que sólo había dos canales de comunicación con el océano Pacífico. En el segundo ciclo se abrió un tercer canal, que se cerró después de tres meses, como resultado del paso de los huracanes; por otro lado, la elevada pluviosidad asociada disminuyó la temperatura y la salinidad y promovió la circulación del agua.

La concentración de nitratos ($N\text{-}NO_3^-$) fue alta en la parte interna de la laguna durante el primer ciclo de muestreo, probablemente porque el volumen de oxígeno disuelto era elevado (Quijano *et al.*, 1993), debido a la escasa profundidad de la zona y a la productividad fitoplanctónica (Schlesinger, 1991) y del microfitobentos. En el segundo periodo las concentraciones se mantuvieron en el mismo intervalo, pero la variabilidad fue alta, y en contraste con lo medido en el ciclo anterior en el interior de la laguna (en cuyas inmediaciones se construyó el canal de Te-

Figura 7
Variación mensual de la abundancia relativa de las especies de diatomeas más numerosas en los dos periodos



palcates), los nitratos fueron exiguos como resultado, posiblemente, del efecto de la dilución producto del ingreso de agua marina. Las concentraciones de amonio fueron más altas en el primer periodo, en especial en el área de Tepalcates donde la circulación era baja y adonde el volumen de oxígeno fue más pequeño hacia las primeras horas del día, lo que favorece este ión. Durante el segundo ciclo los valores disminuyeron significativamente por la entrada de agua durante la apertura del canal. Los ortofosfatos ($P\text{-}PO_4^{3-}$) fueron más abundantes en el segundo periodo de muestreo ya que es probable que en el primer ciclo esta especie haya quedado atrapada en el sedimento porque, en presencia de material orgánico, tiende a formar coloides que se precipitan en ambientes con poca circulación (Libes, 1992). Por otro lado, es posible que el incremento en la circulación que ocurrió en el segundo ciclo haya propiciado su liberación hacia la columna de agua, en especial en zonas someras como en la E4, cercana a las islas.

Durante primer periodo, cuando el canal de Tepalcates estuvo cerrado, la abundancia fitoplanctónica fue elevada, en especial en el área de las islas (E4), donde probablemente los nutrientes provenientes del guano de las aves contribuyeron a la productividad, mientras que el mínimo se presentó en El Túnel, (E6) donde los aportes de agua residual favorecieron la presencia de grupos fitoplanctónicos tolerantes a pulsos de entrada de altas concentraciones de nitrógeno y fósforo (Huisman *et al.,* 1999). Lo que, además, explica la dominancia de algunas especies (como *Navicula yarrensis*) y las altas concentraciones de *chl-a*.

En la estación 2 la diversidad fue relativamente alta posiblemente porque el ambiente fue estable a pesar de que la salinidad y la temperatura fueron elevadas (Bernardo, 1990), aunque, cabe destacar que la mayoría de las especies fue bentónica. La diversidad y la riqueza específicas más altas se registraron frente al canal de Ventanas (E8), donde la comunidad estuvo dominada por organismos marinos. Por otro lado, el análisis de cúmulos mostró que la comunidad de la E2, durante el primer ciclo de muestreo, fue diferente a la de las otras estaciones.

Durante el segundo periodo, cuando el canal de Tepalcates estuvo abierto durante algunos meses, la riqueza específica y la diversidad fueron más altas en todas las estaciones. La mayor abundancia ocurrió en la E4, cercana a las islas, en coincidencia con la mayor

disponibilidad de ortofosfatos (en ambos periodos) asociada al aporte desde las islas y la resuspensión de nutrientes por el incremento de la hidrodinámica (Falcao y Vale, 2003). La diversidad también fue significativamente más elevada en esa estación durante el verano de la segunda temporada.

Frente al canal de Tepalcates (E2), además de incrementarse la riqueza específica y la diversidad, también se encontró mayor cantidad de diatomeas planctónicas. Por otro lado, en la estación ubicada frente al canal de Ventanas (E8), la diversidad fue alta y superior a la del ciclo anterior, lo que sugiere que las condiciones físicas y químicas fueron más favorables.

Enfrente a las islas (E4) se presentaron concentraciones elevadas de *chl-a* debido a la mayor disponibilidad de nutrientes de la zona. Durante la apertura del canal se encontraron diatomeas bentónicas que probablemente fueron suspendidas al incrementarse la dinámica (e.g. *C. striata)*, y especies marinas como *P. lepidoptera*. Después de que el canal se cerró dominaron algunas especies planctónicas, probablemente porque algunas prosperaron en el nuevo ambiente en respuesta al elevado contenido de nutrimentos.

En la E6 ocasionalmente se presentaron valores de *chl-a* elevados, que coincidieron con índices de diversidad pequeños y el florecimiento de algunas especies, como *Ch. atlanticus* y *G. distinguenda*. La primera es marina y la segunda es cosmopolita de hábitos planctónicos, común en aguas eurihalinas.

Los índices de estructura mostraron que la comunidad de diatomeas fue diversa en los dos periodos de muestreo a pesar de que las condiciones ambientales fueron menos favorables en el primero de ellos; no obstante, el ingreso de agua marina durante la apertura del canal modificó la composición específica y favoreció la diversidad y la uniformidad, en particular en las E4 y E8. Las condiciones en la E2 fueron contrastantes en los dos periodos; en el primero dominaron las especies bentónicas, mientras que en el segundo las planctónicas. En la E6, donde la influencia antropogénica fue más evidente, la riqueza específica fue menor.

Conclusiones

La apertura del canal de Tepalcates disminuyó la salinidad en la laguna y modificó el contenido de nutrientes como resultado del intercambio de agua por la marea. Sin embargo, durante el periodo de muestreo las condiciones meteorológicas también fueron diferentes: durante el primer ciclo la temperatura ambiental fue más elevada y la precipitación sólo se presentó en el verano; mientras que en el segundo periodo, que coincidió con un evento de El Niño, la temperatura ambiental fue ligeramente menor y también hubo lluvia en el invierno.

La densidad de organismos fitoplanctónicos en la laguna de Cuyutlán fue baja en comparación con otros cuerpos de agua, posiblemente porque es muy somera, sujeta a influencia antropogénica, y a que durante el periodo de estudio sólo mantuvo comunicación con el mar en su parte media, durante tres meses.

La composición específica de la comunidad de diatomeas estuvo dominada por especies de aguas salinas y salobres; sin embargo, los cambios entre los ciclos de muestreo y las diferencias entre los puntos de trabajo reflejan las condiciones particulares de cada uno de esos sitios y las resultantes del ingreso de agua por escorrentía durante las lluvias y por la marea, durante la apertura del canal. Esto permitió distinguir tres grupos de especies que reflejan las características físicas y químicas prevalecientes durante los dos periodos.

Las características ambientales contrastantes de los dos periodos de estudio produjeron cambios en la comunidad de diatomeas. Cuando hubo poca circulación, elevada temperatura y salinidad, dominaron las especies bentónicas y la estructura de la comunidad fue menos compleja que cuando hubo influencia marina a través del canal de Tepalcates. Estos cambios, empero, no ocurrieron de la misma manera en todas las estaciones de la laguna, lo cual significa que las condiciones de microescala influyeron en la comunidad. Esto muestra el potencial de dichos organismos como indicadores de los cambios en la circulación y las condiciones de salinidad resultantes del aporte de agua dulce y marina.

Referencias bibliográficas

Bernardo, J.M. 1990. *Dinámica de una laguna costera eutrófica (Laguna de Sant Andre).* Tesis de Doctorado. Universidad de Lisboa, Portugal. 332p.

Brower, J. E. y J. H. Zar. 1977. *Field and laboratory methods for general Ecology.* Brown. Iowa, usa. 194p.

Cabral-Solís, E.G., E. Espino-Barr, M. Puente-Gómez y A. Garcia-Boa. 2006. Efectos en la abundancia de peces de la laguna de Cuyutlán por la apertura y cierre del canal de Tepalcates (enero 2000 a julio 2006). En: E. Espino–Barr, M.A. Carrasco-Aguila y M. Puente-Gómez (eds.). *Memoria. III Foro Científico de Pesca Ribereña*. 3-5 de octubre de 2006, Puerto Vallarta. inp-sagarpa. pp. 117-118.

Cloern, J.E. 1996. Phytoplankton bloom dynamics in coastal ecosystems: a review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. *Reviews of Geophysics*, 34(2): 127-168.

Cobo, D., M. Villarroel, L. Treviño, M.T. Orta, R. Iturbe, R. Morales y C. Rangel. 1978. *Determinación de los efectos de la planta termoeléctrica de Manzanillo en la flora y fauna de la laguna de Cuyutlán, Colima*. Proyecto 7038 para la cfe, Escuela de Ingeniería. unam, México. 105p.

Comisión Nacional del Agua. 2004. *Estadística del agua en México*. Talleres gráficos de México, México. 141p.

Contreras-Espinosa, F. 1993. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Ediciones Técnico-Científicas, México. 416p.

Cholnoky, B. J. 1968. *Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern*. Cramer, Lehre. 699p.

Daniel, W.W. 1977. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud.* Limusa, México. 490p.

Falcao, M. y C. Vale. 2003. Dinámica de nutrientes en una laguna costera (Ría Formosa Portugal). La importancia del intercambio de agua laguna-mar en la productividad biológica. *Ciencias Marinas,* 29(3): 425-433.

Hasle, G. R. 1978. Diatoms. En: A. Sournia (ed.). *Phytoplankton Manual*. unesco, París. pp. 136-142.

Huisman, J., V. Opstveen y F.J. Weissing. 1999. Critical depth and critical turbulence: two different mechanisms for the development of phytoplankton blooms. *Limnology and Oceanography,* 44:1781-1787.

Kim, W.H. y J.A. Barron. 1986. Diatom biostratigraphy of the upper Oligocene to lowermost Miocene San Gregorio Formation, Baja California Sur, México. *Diatom Research*, 1:165-187.

Krebs, C.J. 1994. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 4a ed. Harper Collins College, eu. 801p.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. En*:* M. Wiley (ed.). *Estuarine Processes*, Vol. ii. Academic Press, Nueva York. pp. 182-215.

Libes, S. 1992. *An introduction to marine biogeochemistry*. Wiley & Sons, eu, 734p.

Luna, H.J.R. 1984. *Proyecto de estudios para la rehabilitación de la laguna de Cuyutlán.* Reporte técnico. iom-Secretaría de Marina, Colima. 200 p.

Pankow, H. 1990. *Ostsee-Algenflora*. Mit 1738. G. Fischer Verlag, Jena. 648p.

Quijano, S.S., A. Contreras y A. Salinas. 1993. Efecto de la apertura del canal de Tepalcates sobre la distribución de diatomeas en la laguna de Cuyutlán, Col. *Memorias XII Congreso Mexicano de Botánica*. p.198.

Quijano, S.S. y A. Vidaurri. 1987. *Evaluación de parámetros físicoquímicos y productividad primaria en las bahías y lagunas de Manzanillo, Col*. Reporte interno. iom-Secretaría de Marina, Manzanillo, Colima. 39p.

Reid, M.A., J.C. Tibby, D. Penny y P.A. Gell. 1995. The use of diatoms to assess past and present water quality. *Australian Journal of Ecology,* 20(1):57-64.

Reid, M., J. Fluin, R. Ogden, J. Tibby y P. Kershaw. 2002. Long-term perspectives on human impacts on floodplain-river ecosystems, Murray-Darling Basin, Australia. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie,* 28(2): 710-716.

Reyes, T.C.E. y V.V. Serrano. 1988. *Prospección hidrobiológica de la laguna de Cuyutlán, Colima, previo a la apertura del Canal del Malecón*. Tesis de licenciatura. enep-Iztacala, unam, México. 125p

Round, F.E., R.M. Crawford y D.G. Mann. 1990. *The diatoms, biology and morphology of the genera*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 747p.

Siqueiros-Beltrones, D.A. 1990. Estructura de las asociaciones de diatomeas bentónicas en un ambiente hipersalino. *Ciencias Marinas*, 16(1):101-127.

Schlesinger, W.H. 1991. *Biogeochemistry, an analysis of global change*. Academic Press. ny, eu. 588p.

Stevenson, R.J. e Y. Pan. 1999. Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. En: E.F. Stoemer y J.P. Smol (ed.). *The diatoms: Applications to the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. pp. 11-40.

Strickland, J.D. y T.R. Parsons. 1984. *A practical handbook of seawater analysis*. Bulletin no.167. 2ª ed., Fisheries Research Board of Canada, Canadá. 184p.

Treviño, A.L. 1982. *Algunas consideraciones sobre el impacto ecológico debido a la construcción de la planta termoeléctrica Manzanillo en la laguna de Cuyutlán, Colima, México*. Tesis de Licenciatura en Oceanografía, Escuela de Ciencias Marinas-uabc, Ensenada. 85p.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung de quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol*., 9:1-38.

Tabla 5

Porcentaje de diatomeas de hábitos bentónicos en la laguna de Cuyutlán en los dos periodos de muestreo

1989			*1990*										*1992*									*1993*	
Est	*Nov*	*Dic*	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Nov*	*Ene*	*Feb*
E2	75.1	44.5	54.3	68.6	34.1	54.0			42.8	57.8	48.5	44.3	22.7	32.9	23.5	56.2	12.6	21.9	37.3	7.2	25.6	1.3	9.5
E4			28.6	68.4	48.2	42.6	35.1	33.2	50.4	41.5	38.8	45.6		53.6	40.0	43.2	54.3	40.3	32.2	24.3	27.5	42.6	49.5
E6	43.8	51.5	3.9	57.2	79.9	54.6	68.9	65.5	50.6	42.7	57.7	57.5		66.8	37.3	49.6	34.9	42.2	21.4	24.0	24.7	40.7	25.5
E8	58.3	47.2	68.1	60.6	65.8	30.3	57.6	46.3	23.5	74.4	65.0	57.9	31.9	44.4	53.6		34.2	41.0	39.4	47.3	34.2	51.8	32.2

Tabla 6

Distribución de las especies de diatomeas (%) según el tipo de hábitat en los dos periodos de muestreo

Especies	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*	
de aguas	*1989-1990*	*1992-1993*	*1989-1990*	*1992-1993*	*1989-1990*	*1992-1993*	*1989-1990*	*1992-1993*
Dulce y salobre	44.15	29.52	48.62	40.95	44.36	45.38	38.79	41.79
Salobre	3.58	26.55	5.36	13.86	2.12	4.63	1.33	5.18
Salobre y salada	44.78	26.9	31.76	27.45	36.77	28.10	39.11	34.63
Dulce, salobre, salada	1.24	4.03	2.06	2.97	7.16	5.73	5.09	3.15
Marina, nerítica oceánica	5.96	9.26	9.30	11.12	9.27	14.25	15.18	12.98
Otras	0.30	3.78	2.90	3.65	0.32	1.91	0.50	2.22
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Anexo 1

Literatura consultada para identificación de fitoplancton

Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr,* 5:1-238.

Hasle, G.R. y E.E. Syvertsen. 1996. Marine diatoms. En: C.R. Tomas (ed.). *Identifying marine diatom and dino-flagellates*. Academic Press, San Diego. pp. 5-385.

Hernández-Becerril, D.U. 1985. Estructura del Fitoplancton del Golfo de California. *Ciencias Marinas,* 11 (2): 23-38.

Hernández-Becerril, D.U. 1991a. The morphology and taxonomy of the plaktonic diatom *Chaetoceros coarctatus* Lauder (Bacillariophyceae). *Diatom Research,* 6(2), 281-287.

Hernández-Becerril, D.U. 1991b. Note on the morphology of *Chaetoceros didymus* and *C. protuberans*, with some considerations on their taxonomy. *Diatom Research,* 6(2):289-297.

Hernández-Becerril, D.U. 1991c. *Chaetoceros bermejensis* sp. nov., a new planktonic diatom from the Gulf of California. *Bot. Mar.,* 34:521-526.

Hernández-Becerril, D.U. 1992. Nota sobre la presencia de la diatomea *Asteromphalus cleveanus* Grunow en aguas de Baja California y su relación con *A flabellatus* (Breb.) Grev. *Acta Botánica Mexicana,* 17:39-44.

Hernández-Becerril, D. U. 1993. Study of the morphology and distribution of two planktonic diatoms: *Chaetoceros paradoxus* and *Ch. filiferus* (Bacillariophyceae). *Crypt.Bot.,* 3:169-175.

Hustedt, F. 1927-1966. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. En: *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora,* 7(1): 1-920 (1927-1930); 7(2): 1-845 (1931-1959); 7(3): 1-816 (1961-1966).

Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta. En: A. Pascher (ed.). *Süsswasserflora von Mitteleuropas*, Heft 10: 1-466, Jena (Reprint. 1976, Koeltz Publ., Koenigstein).

Hustedt, F. 1955. Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. *Duke Univ. Marine Station Bull*., 6:1-67.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. 1 Teil: Naviculaceae. Band 2/1 von: *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa* (begr. von A. Pascher), mit 206 Taf. Stuttgart. pp. 1-876.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil: Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Band 2/2 von: *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa* (begr. von A. Pascher), mit 184 Taf, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. pp. 1-596.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von: *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa* (begr. von A. Pascher), mit 166 Taf, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. pp. 1-576.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. 4 Teil:, Achnanthaceae, Kritische Erganzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Band 2/4 von: *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa*. (begr. von A. Pascher), mit 88 Taf, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. pp. 1- 437.

Navarro, J.N. 1981. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. I. Suborders Coscinodiscineae and Rhizosoliineae. *Bot. Mar.,* 24(8): 427-439.

Navarro, J.N. 1982a. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. III. Suborder Biddulphiineae: Family Chaetoceraceae. *Bot. Mar.,* 25(7): 305-319.

Navarro, J.N. 1982b. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico IV. Suborder Araphidineae: Families Diatomaceae and Protoraphidaceae. *Bot. Mar.,* 25: 247-263.

Navarro, J.N. 1982c. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico V. Suborder Rhapidineae: Families Achnanthaceae and Naviculaceae. *Bot. Mar.,* 25(7): 321-338.

Navarro, J.N. 1982d. Marine diatoms associated with mangrove prop-roots in the Indian-River, Florida, usa. *Bibl Phycol.,* 761:1-151.

Navarro, J.N. 1983a. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. VII. Suborder Raphinidineae: Families Auriculaceae, Epithemiaceae, Nitzschiaceae and Surirellaceae. *Bot. Mar.,* 26(8): 393-408.

Navarro, J.N. 1983b. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. VI. Suborder Raphinidineae: Families Naviculaceae (Genera *Haslea*, *Mastogloia* and *Navicula*). *Bot. Mar.,* 26(3): 119-136.

Navarro, J.N. 1987. Observations of tube-dwelling diatom: *Navicula hamulifera* (Bacillariophyceae*). J. Phycol.,* 23:164-170.

Navarro, J.N. 1989. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia,* 49(3-4): 333-367.

Navarro, J.N. 1991. Description of *Hyalosira tropicalis* sp. nov. (Bacillariophyta) with notes on the status of *Hyalosira* Kützing and *Microtabella* Round. *Diatom Research,* 6(2): 327-336.

Pankow, H. 1990. *Ostsee-Algenflora*. Mit 1738. G. Fischer Verlag, Jena. 648p.

Round, F.E., R.M. Crawford y D.G. Mann. 1990. *The diatoms, biology and morphology of the genera*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Reino Unido. 747p.

Anexo 2

Listado taxonómico y abundancia relativa de las diatomeas recolectadas en la laguna de Cuyutlán

Estación/años	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*			
	1990	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*Hábitos*	*Hábitat*
División: BACILLARIOPHYTA										
Clase: COSCINODISCOPHYCEAE										
Subclase: THALASSIOSIROPHYCIDAE										
Orden: THALASSIOSIRALES										
Familia: THALASSIOSIRACEAE										
Thalassiosira decipiens			0.152	0.213		0.05		0.535	5	2
Thalassiosira eccentrica	0.024	0.112	0.246				0.023	0.258	5	2
Thalassiosira nanolineata		0.117						0.05	5	2
Thalassiosira subtilis						0.024			5	2
Familia: SKELETONEMATACEAE										
Skeletonema costatum			0.109	0.119		0.325		0.148	5	2

Estación/años	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*			
	1990	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*Hábitos*	*Hábitat*
Familia: STEPHANODISCACEAE										
Cyclotella atomus	1.623	1.905	0.027	0.707	0.115		0.026	0.231	5	2
Cyclotella distinguenda	1.042	23.6	4.55	12.28		4.427	0.332	3.982	5	2
Cyclotella striata	16.75	6.034	6.087	5.592	1.236	1.127	4.923	1.442	3	1
Orden: AULACOSEIRALES										
Familia: AULACOSEIRACEAE										
Aulacoseira granulata	1.35	0.557	0.195	0.578	0.358	0.11	0.88	0.378	6	2
Aulacoseira sp1	0.249	0.776	0.079	0.526	0.278	0.703	0.067	1.26		
Orden: COSCINODISCALES										
Familia: COSCINODISCACEAE										
Coscinodiscus centralis .		1.212	0.114	0.197	0.069	0.073	0.05	395	5	2
Coscinodiscus gigas	0.025								5	2
Coscinodiscus granii	0.894					0.055			5	2
Familia: AULACODISCACEAE										
Aulacodiscus petersi		0.022	0.031	0.027					5	2
Subclase: BIDDULPHIOPHYCIDAE										
Orden: TRICERATIALES										
Familia: TRICERATIACEAE										
Triceratum dubium		0.023			0.026		0.169		5	2
Odontella aurita		0.097		0.075		0.075	0.258	0.027	5	2
Plagiogramma interruptum		0.07			0.155				5	2
Orden: BIDDULPHIALES										
Familia: BIDDULPHIACEAE										
Biddulphia biddulphiana (=*B. pulchella*)					0.465		0.18	0.075	5	2
Trigonium alternans								0.029	5	2
Orden: HEMIAULALES										
Familia: HEMIAULACEAE										
Hemiaulus sinensis						0.024	0.022		5	2
Orden: ANAULALES										
Familia: ANAULACEAE										
Eunotogramma marino	0.029	0.025	0.395						5	2
Subclase: LITHODESMIOPHYCIDAE										
Orden: LITHODESMIALES										
Familia: LITHODESMIACEAE										
Lithodesminum undulatum				0.05					5	2
Subclase: RHIZOSOLENIOPHYDEAE										
Orden: RHIZOSOLENIALES										
Familia: RHIZOSOLENIACEAE										
Rhizosolenia styliformis		0.104							5	2
Guinardia flaccida			2.324			1.143	0.119	0.27	5	2
Subclase: CHAETOCEROTOPHYCIDAE										
Orden: CHAETOCEROTALES										
Familia: CHAETOCEROTACEAE										
Chaetoceros atlanticus		3.233	0.492	5.189		3.584	2.749	1.395	5	2
Chaetoceros debile						0.12	0.024	0.307	5	2
Chaetoceros decipiens						0.262	0.72	0.428	5	2
Chaetoceros didymus			0.053	0.048		0.359	0.175	0.281	5	2
Chaetoceros lorenziamus							0.022	1.254	5	2
Chaetoceros peruvianus								0.025	5	2
Chaetoceros sp 1		0.995		2.873		1.126	0.021	0.255		2
Bacteriastrum comosum					0.026				5	2
Bacteriastrum hyalinum								0.025	5	2
Clase: FRAGILARIOPHYCEAE										
Subclase: FRAGILARIPHYCIDAE										
Orden: FRAGILARIALES										
Familia: FRAGILARIACEAE										
Fragilaria elliptica	10.03	2.164	7.981	3.728	6.031	2.18	5.824	3.81	1	2
Fragilaria pinnata var *trigona*	0.244	0.392	0.025	0.182	0.192			0.032	3	1
Tabularia fasciculata	4.78	1.839	7.095	2.025	17.21	11.78	17.47	10.66	3	1
Staurosira construens	0.472	1.862	1.179	1.649	0.702	9.497	0.853	4.626	1	1
Synedra ulna		0.022	0.031	0.023		0.072	0.022	0.156	1	1

Estación/años	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*			
	1990	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*Hábitos*	*Hábitat*
Hyalosynedra laevigata		0.063	0.152	0.051		0.388	0.094	0.388	5	2
Opephora pacifica	0.052	0.17	0.28	0.173	0.989	0.766	0.11	0.973	5	2
Orden: LICMOPHORALES										
Familia: LICMOPHORACEAE										
Licmophora abbreviata		0.023				0.083			3	1
Orden: RHAPHONEIDALES										
Familia: RHAPHONEIDACEAE										
Raphoneis amphiceros					0.018			0.145	5	2
Orden: ARDISSONEALES										
Familia: ARDISSONEACEAE										
Ardissonea crystalina						0.025	0.022	0.051	3	2
Orden: THALASSIONEMATALES										
Familia: THALASSIONEMATACEAE										
Thalassiothrix heteromorfa		0.021		0.19		0.11	0.097			2
Orden: STRIATELLALES										
Familia: STRIATELLACEAE										
Grammatophora marina		0.07							3	2
Clase: BACILLARIOPHYCEAE										
Subclase: EUNOTIOPHYCIDAE										
Orden: EUNOTIALES										
Familia: EUNOTIACEAE										
Eunotia lunaris		0.206						0.075	4	1
Eunotia pectinalis	0.03						0.024		1	1
Subclase: BACILLARIOPHYCIDAE										
Orden: LYRELLARES										
Familia: LYRELLACEAE										
Petroneis granulata	0.15	0.024		0.025	0.107		0.357	0.028	5	1
Orden: MASTOGLOIALES										
Familia: MASTOGLOIACEAE										
Mastogloia exigua			0.027	0.028		0.267		0.428	2	1
Mastogloia pumilla	0.03	0.168	0.191	0.03		2.424	0.022	0.87	5	1
Orden: CYMBELLALES										
Familia: ANOMOEONEIDACEAE										
Anomoneis sphaerophra v costata	0.173	0.025	0.246		0.075		0.024	0.065	1	1
Familia: CYMBELLACEAE										
Encyonema pusilla	0.181	0.107	0.272	0.374		0.551	0.024	0.28	3	1
Familia: GOMPHONEMATACEAE										
Gomphonema parvulum	0.539	0.331	0.183	0.128	0.07	0.053	0.024	0.3	1	1
Orden: ACHNANTHALES										
Familia: ACHNANTHACEAE										
Achnanthes brevipes var *angustata*	0.049				2.781	0.053	0.045		3	1
Achnanthes clevei						0.053	0.023	0.027		
Achnanthes delicatula						0.081	0.044	0.051	4	1
Achnanthes margenstriata	0.21	1.245	1.972	1.908	1.567	4.831	1.869	3.643		
Achnanthes submarina	0.638	0.814	0.704	0.716	1.932	0.204	0.972	0.917	2	1
Familia: COCCONEIDACEAE										
Cocconeis diruptoides		0.021							5	1
Cocconeis disculus		0.115			0.072				6	1
Cocconeis placentula var *pseudolineata*							0.022	0.051	1	1
Cocconeis placentula	0.03	0.095		0.155	0.075	0.025	0.119		1	1
Cocconeis placentula var *placentula*	0.165	0.134					0.023	0.101		1
Cocconeis placentula var *lineata*	0.048					0.186		0.231	1	1
*Cocconeis sp*1					0.043					1
Orden: NAVICULALES										
Suborden: NEIDIINEAE										
Familia: AMPHIPLEURACEAE										
Frustulia rhomboides		0.024	0.026					0.045	6	1
Familia: NEIDIACEAE										
Neidium afine	0.026				0.025				6	1

Estación/años	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*			
	1990	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*Hábitos*	*Hábitat*
Suborden: SELLAPHORINEAEA										
Familia: SELLAPHORACEAE										
Sellaphora pupula		0.083							1	1
Fallacia forcipata					0.04				5	2
Fallacia hyalinula	0.047			0.095		0.026	0.024		5	2
Fallacia pygmaea	0.787	0.541	0.053	0.251	0.026			0.029	4	1
Fallacia tenera	4.02	0.195	0.767	0.101	0.198	0.053	2.066	0.198		
Caloneis anphisbaena	0.381	0.024	0.139	0.108		0.028	0.193		3	1
Familia: PINNULARIACEAE										
Pinnularia acrosphaeria	0.066	0.025			0.025		0.024		6	1
Pinnularia lundii				0.025					1	1
Suborden: DIPLONEIDINEAEA										
Familia: DIPLONEIDACEAEA										
Diploneis fusca var *pelagi*	0.044				0.023	0.052	0.024		5	2
Suborden: NAVICULINEAE										
Familia: NAVICULACEAE										
Navicula balusiensis	0.024	0.206	0.045	0.1		0.151		0.057	5	1
Navicula cancellata		0.071	0.081	0.028		0.233	0.558	0.133	5	1
Navicula clamans	0.343	0.142	0.248	0.327	0.021	0.051	0.024	0.028	3	1
Navicula gregaria	0.506	1.421	1.346	0.87	5.658	3.578	1	1.565	1	1
Navicula longa	0.547	0.193		0.05	0.78	0.051		0.055	5	1
Navicula margalithii	0.306	0.208	0.138		0.048		0.067		3	1
Navicula protracta	1.664	0.883	3.091	2.461	9.518	2.915	7.34	2.544	1	1
Navicula salinarum					0.024	0.025		0.082	4	1
Navicula salinicola	4.378	6.794	6.776	3.664	0.866	3.309	0.977	5.199	3	1
Navicula sp 9						0.025				
Navicula yarrensis	3.492	1.031	1.54	0.688	1.93	0.272	2.706	0.511	3	1
Haslea frauenfeldii		0.021		0.027		0.131	0.022	0.197	5	2
Familia: PLEUROSIGMATACEAE										
Pleurosigma angulatum	0.35				0.249	0.028		0.029	4	1
Pleurosigma elongatum		1.796	0.107	1.798		1.111	0.405	1.08	3	1
Pleurosigma salinarum		0.094				0.026			3	1
Gyrosigma acuminatum	0.747	0.24	0.529	0.193			0.232		6	1
Gyrosigma balticum	12.79	7.865	7.832	11.32	1.353	3.721	6.798	7.622	3	1
Gyrosigma nodiferum	0.734			0.027						1
Familia: PLAGIOTROPIDACEAE										
Plagiotropis lepidoptera	1.701	0.425	1.044	0.978	0.409	0.388	1.109	1.052	3	1
Plagiotropis vanheurckii				0.023		0.026		0.055		
(=Tropidoneis vanheurckii)										
Familia: STAURONEIDIACEAE										
Stauroneis anceps				0.025		0.053	0.022		6	1
Stauroneis gregorii	0.054								2	1
Stauroneis producta	4.795	5.416	17.26	13.46	10.01	10.62	9.003	12.59	3	1
Stauroneis salina			0.025	0.027			0.022	0.033		
Familia: PROSCHKINIACEAE										
Proschkinia complanata		0.048							3	1
Orden: THALASSIOPHYSALES										
Familia: CATENULACEAE										
Amphora angusta var *eulensternii*	0.314	0.235		0.08			0.023		5	1
Amphora angusta var *ventricosa*	3.804	2.937	4.847	4.259	0.78	3.368	2.497	3.336	5	1
Amphora bigiba		0.024				0.298			3	1
Amphora coffeaeformis	3.643	6.478	10.79	9.163	14.3	16.25	8.688	12.93	3	1
Amphora lineolata	0.388	1.69	0.084	0.373	0.046	0.182	0.067	0.166	3	1
Amphora ovalis	0.144	0.098	0.138	0.134	0.063		0.123	0.286	1	1
Orden: BACILLARIALES										
Familia: BACILLARIACEAE										
Bacillaria paradoxa			0.027			0.127		0.082	3	2
Hantzschia anfioxus	0.371									
Hantzschia marina								0.026	3	1
Psammodictyon constrictum		0.023			0.02		0.022		5	2
Tryblionella marginulata	0.904	0.159	0.051	0.107		0.055		0.029	3	2
Tryblionella coarctata	0.026		0.182	0.061	5.773	0.158	6.821	1.302	5	2

Estación/años	*E2*		*E4*		*E6*		*E8*			
	1990	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*1990*	*1992*	*Hábitos*	*Hábitat*
Tryblionella hungarica	0.451	0.073	0.202	0.027	0.019	0.025	0.022	0.088	1	2
Nitzschia acicularis	0.052	0.307							1	1
Nitzschia angularis	0.281	1.056	0.262	0.967	0.558	1.116	0.043	1.006	4	1
Nitzschia capitellata	1.324	3.261	0.451	2.589	0.351	0.309	0.179	0.471	4	1
Nitzschia compressa var *compressa*	0.846	0.096	0.076	0.053	4.813	0.158		0.37	2	1
Nitzschia frustulum	1.264	0.498	0.276	0.353	0.145	0.053	0.63	0.279	1	1
Nitzschia gracilis			0.031					0.477	1	1
Nitzschia longissima		0.07		0.027					5	1
Nitzschia lorenziana	0.219	0.045							2	1
Nitzschia martiniana	2.962	1.145	1.067	1.985	0.469	0.507	0.779	1.51	2	1
Nitzschia palea	0.067	0.504		0.462	0.319				1	1
Nitzschia pusilla	0.203	0.333	0.152	0.318	0.999	1.903	0.372	1.062	1	1
Nitzschia scalpelliformis								0.025	2	1
Nitzschia sigma	3.45	0.738	0.708	0.753	4.395	0.365	2.347	1.102	3	1
Orden: RHOPALODIALES										
Familia: RHOPALODIACEAE										
Rhopalodia gibberula	0.044	0.095	0.058	0.104	0.024	0.757	0.024	0.287	1	1
Orden: SURIRELLALES										
Familia: ENTOMONEIDACEAE										
Entomoneis alata	0.412	1.459	0.394	1.031	0.898	0.182	3.983	0.161	4	1
Familia: SURIRELLACEAE										
Surirella fastuosa							0.087		3	2
Surirella febigeri	0.048	0.022	0.111	0.056	0.149		0.959	0.117	3	2
Campylodiscus clypeus	1.12	0.071	0.955	0.177	0.089	0.026	0.464	0.061	3	2

Clave de hábitos: 1. Dulce y salobre; 2. Salobre; 3. Salobre y salada; 4. Dulce, salobre, salada; 5. Marina, nerítica oceánica; 6. Dulce. Hábitats: 1. planctónica; 2. bentónica

Anexo 3

Diatomeas comunes en la laguna de Cuyutlán



Amphora coffeaeformis



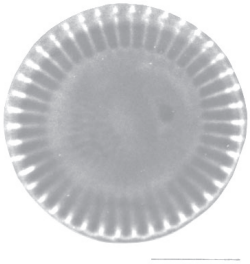
- Tabularia fasciculata



Stauroneis producta



Gyrosigma balticum



Cyclotella striata



Navicula protracta



Cyclotella distinguenda

Marco ambiental

Contaminación

Basura marina en la costa de Manzanillo, Colima

Lidia Silva Íñiguez[*]
Claudia Guadalupe Gutiérrez Corona[*]
Roxana Pérez López[*]

Resumen

La contaminación por basura causa deterioro al ambiente al disminuir la calidad y el valor estético de los lugares donde se deposita inadecuadamente. En la campaña de limpieza de costas de 2003 realizada en las bahías de Manzanillo y Santiago (Col.) se recolectó, clasificó y cuantificó (en número y peso) la basura costera depositada en una extensión total de 407.48 km sobre la franja rocosa y arenosa del litoral, así como en el fondo marino y la que estaba flotando en el Puerto Interior, con la finalidad de determinar su origen, proponer soluciones, educar y sensibilizar a la población sobre la necesidad de disminuir dicha contaminación. Los tipos de basura marina se relacionaron con la recreación, el hábito de fumar, las actividades oceánicas, los desechos médicos y de higiene personal. Se recolectaron 26 731 objetos cuyo peso fue de 1 950 kg. En las playas de San Pedrito, las Brisas, Salagua y Santiago se recogieron materiales riesgosos para la salud, que deterioraban el atractivo turístico, mientras que en la zona Rompeolas-Club de Pesca se levantaron objetos que sugieren que el área es peligrosa e insegura. El efecto de estos desechos en el ambiente marino y en la actividad pesquera aparentemente aún no es significativo, pero es necesario hacer más estudios.

Palabras clave: Basura marina, calidad estética, contaminación, residuos sólidos.

Introducción

Los contaminantes que más amenazan el medio marino, en orden variable de importancia y en situaciones regionales o nacionales diferentes, son: aguas residuales, fertilizantes, compuestos orgánicos sintéticos, sedimentos, basura, metales, radionúclidos, petróleo e hidrocarburos aromáticos policíclicos. A partir de la década de los años setenta del siglo xx ha aumentado el interés científico, social y político para conocer y solucionar los problemas relacionados con la presencia de basura en los océanos y a lo largo de sus costas. En el pasado los desechos se consideraban desagradables a la vista, pero no peligrosos; sin embargo, en la actualidad se considera que la irresponsabilidad, los malos hábitos, la pereza y la ignorancia sobre el manejo de los desechos sólidos, han contribuido directamente a incrementar el volumen de la basura marina o costera en los océanos, definida ésta como cualquier desecho y residuo sólido de origen antropogénico o natural que llegue al medio y altere su condición natural además de disminuir su valor estético (Fig. 1).

La basura marina o costera, por su origen, se clasifica en dos: *1)* La terrestre, en forma de desperdicios que las personas depositan de manera inadecuada en los ambientes costeros. Así como las descargas industriales, urbanas y las escorrentías pluviales que se vierten directa o indirectamente en las playas así como en los cauces de ríos y arroyos (Fig. 2a). *2)* La marina (oceánica), en forma de desechos naturales que arriban a las playas, tales como algas, peces, mamíferos y medusas, entre otros. También contribuye a la contaminación la eliminación inadecuada de basura por los pasajeros y tripulantes de embarcaciones pesqueras, turísticas y de transporte; así como trabajadores que extraen recursos marinos, como minerales e hidrocarburos (Figs. 2 b y c).

Una vez que ciertos tipos de basura llegan al ambiente marino pueden permanecer ahí indefinidamente, como es el caso de los objetos de vidrio, o degradarse en días, meses o años, como ocurre con algunos objetos elaborados por el hombre. Los organismos marinos pueden ingerir la basura costera,

* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Km 20 carretera Manzanillo-Barra de Navidad, Manzanillo, Col. Correo electrónico: lsilva@ucol.mx, silvainiguez@hotmail.com

Figura 1
Origen de la basura marina o costera



quedar atrapados en ella (Fig. 2d) y estrangularse, morir por asfixia, por inanición, o ser presas fáciles de los depredadores. En el caso de animales bentónicos, como los corales, los desechos pueden romper sus estructuras (Fig. 2e). Los prestadores de servicios que ahí laboran y los pescadores tienen pérdidas económicas, porque deben limpiar las playas sucias, reparar embarcaciones o equipo de trabajo dañado por basura marina; de igual forma, los visitantes corren el riesgo de padecer daños, como rasguños, picaduras y heridas ocasionadas por objetos depositados indebidamente en las playas.

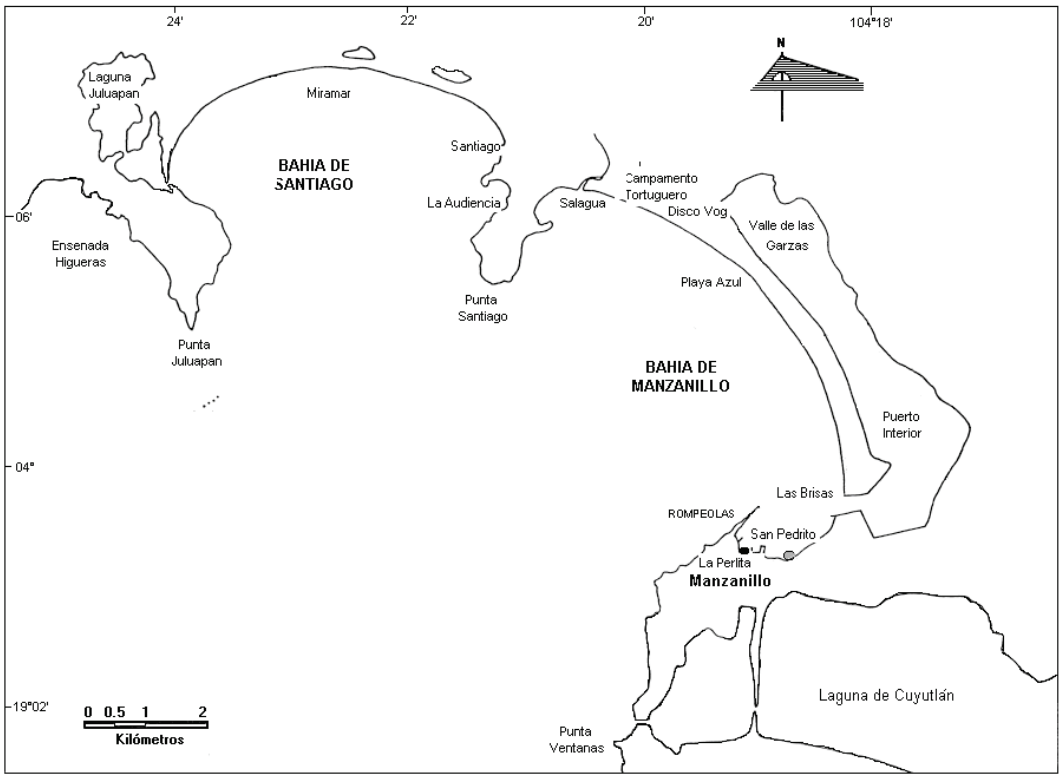
Por otra parte, hay personas que se preocupan por el ambiente y por los organismos que en él habitan, y por ellos se organizan y voluntariamente participan en el saneamiento de las costas, así como en el acopio de información que posteriormente se usará para determinar el origen del problema y proponer soluciones preventivas. Un ejemplo de este tipo de organizaciones es Ocean Conservancy, que año tras año invita a todo aquel que quiera participar, el tercer sábado del mes de septiembre, a recoger la basura depositada en las costas.

Figura 2
Tipos de basura



a) De origen terrestre (botellas, bolsas y tapaderas de plástico, servilletas papel, restos de alimento, ramas y hojas). *b)* y *c)* Basura de origen oceánico o marino (peces, medusa, algas verdes, embriones de mangle y parafina). *d)* Tortuga localizada en mar abierto, más allá de las 50 mn de la costa. *e)* Redes pesqueras enredadas en arrecifes de coral (Bahía de Santiago). Fotografías a-c) tomadas por los autores; d) por Javier Valdez-Flores; e) por Fernando Hernández-Prado.

Figura 3
Litoral de Manzanillo, Colima, recorrido durante la Campaña Internacional de Limpieza de Costas, 2003



Las playas son uno de los espacios naturales costeros más importantes, por su atractivo turístico y por la derrama económica que esto conlleva; el municipio de Manzanillo (Colima) cuenta con playas hermosas y bien comunicadas, por lo que se estima que aproximadamente 2 413 371 personas visitaron Manzanillo entre 2000 y 2003, con un promedio de estadía de 2.8 días por persona.[1] Estas cifras dan una idea de su repercusión en la economía del municipio y el estado; sin embargo, es necesario que las playas luzcan y permanezcan limpias para que la satisfacción del usuario sea plena y para que el ambiente se conserve sano.

El objetivo de este trabajo fue determinar el origen de la basura marina en la costa de Manzanillo, Colima, con la finalidad de proponer soluciones preventivas que permitan que estos espacios naturales luzcan y permanezcan limpios.

Métodos y materiales

En el Puerto de Manzanillo, la Universidad de Colima a través de la Facultad de Ciencias Marinas, organizó la Campaña de Limpieza de Costas en las bahías de Manzanillo y Santiago ubicadas al oeste del estado de Colima, entre los 19° 01' y 19° 07' N y 104° 18' y 104° 26' O (INEGI,[2] 2004) (Fig. 3). Dicho evento se realizó el día 20 de septiembre de 2003 y reunió a 592 voluntarios de instituciones educativas privadas y públicas, Organizaciones No Gubernamentales y población en general.

La campaña abarcó tres aspectos: la limpieza de la orilla del agua (franja arenosa y rocosa), de los accesos a las playas y de la recolección de la basura submarina y flotante. En la bahía de Manzanillo se limpió una franja que abarca desde el Centro Histórico de Manzanillo hasta la playa Salagua, cuya longitud es de 56.5 km (los puntos extremos fueron el Rompeo-

1. Sistema Nacional de Información Estadística del Sector Turismo de México-DATATUR con base en información generada a través del programa de monitoreo de la ocupación en servicios turísticos de hospedaje.

2. *http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/ INEGI* (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2004.

Tabla 1
Descripción de litoral de Manzanillo, limpiado durante la Campaña Internación de Limpieza de Costas, 2003

Espacio		*Tipo de costa*	*Características Físico-geomorfológicas*					*Comentarios generales*
			Pendiente	*Oleaje*	*Color Sedimento*	*A*	*L*	
BAHÍA MANZANILLO	San Pedrito	Playa de bolsillo con arena fina	Ligera	Ausente	Café dorado	Ausente	450m	Playa colindante con la ciudad, altamente accesible y frecuentada por los habitantes.
	Brisas	Playa con arena media a gruesa	Moderada a fuerte	Medio-Alto	Café dorado	Menor de 10m	3km	Playa saturada de construcciones turísticas y urbanas con acceso moderado
	Playa Azul	Playa con arena gruesa	Moderada a fuerte	Alto	Gris a negro	Menor de 10m	3km	Playa saturada de construcciones turísticas y urbanas con acceso moderado
	Salagua	Playa con arena gruesa	Moderada a fuerte	Medio-Alto	Café dorado	Menor de 10m	1.5km	Playa saturada de construcciones turísticas con acceso limitado
	Accesos	Adoquín rojo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	40m	Brindan los siguientes servicios: alumbrado público, regaderas, lava pies, bancas y áreas verdes
	Rompeolas-muelle la Perlita-Club Náutico	Construcción con rocas y muelles de concreto	No aplica	No aplica	Gris	No aplica	1.5km	Rompeolas es una construcción de protección de los muelles de atraque del puerto antiguo. Ubicado en las inmediaciones del centro histórico.
BAHÍA SANTIAGO	Audiencia	Playa de bolsillo con arena fina a media	Moderada a fuerte	Bajo	Ligeramente dorado y fondo negro	Menor de 10m	450m	Playa saturada de construcciones turísticas con acceso moderado, altamente frecuentado por personas no locales.
	Santiago	Playa con arena fina	Moderada	Bajo a Medio	Gris a negro	Menor de 10m	2km	Playa saturada de construcciones turísticas con acceso moderado.
	Miramar	Playa con arena fina a media	Ligera	Medio-Alto	Café dorado	10-20m	3km	Playa con construcciones turísticas y urbanas altamente accesible y frecuentadas por los habitantes y turistas.

A = Amplitud de la zona de rompiente. L = Longitud

las y el arroyo de Salagua). Dicha área fue dividida en tres secciones: *a)* Rompeolas-Club de Pesca, *b)* las playas de San Pedrito, las Brisas, Playa Azul y Salagua y *c)* accesos a las playas Brisas, Playa Azul y Salagua (Tabla 1, Fig. 3). En la Bahía de Santiago se limpiaron únicamente las playas de Santiago y Miramar, que tienen una longitud aproximada de 35.2 kilómetros.

La limpieza subacuática se realizó en dos sitios, el primero de los cuales se encuentra en la bahía de Manzanillo, donde se trabajó una franja con una longitud promedio de 8.8 km, desde el muelle La Perlita hasta la playa de San Pedrito. El segundo sitio fue la playa de la Audiencia en la Bahía de Santiago, donde se limpió una distancia de 7.2 kilómetros.

La basura flotante se recogió en todo el Puerto Interior de Manzanillo, donde el canal de acceso dio una extensión de 300 km aproximadamente (véase la forma en que se estimó en el inciso "Valoración de la extensión..."). Esta labor la realizó personal adscrito a la Administración Portuaria Integral (API) de Manzanillo.

La metodología empleada fue la propuesta por Ocean Conservancy (2003) y consistió en designar capitanes de Zona responsables de clasificar, cuantificar y determinar el peso de la basura marina recolectada junto con los voluntarios en el sitio asignado.

Clasificación y cuantificación de la basura marina

Esta tarea consiste en determinar el origen y la cantidad de los objetos encontrados en las recolectas. Los desechos se han tipificado como: *1)* provenientes de actividades realizadas en las orillas de las playas y recreativas; *2)* provenientes de actividades realizadas en los océanos y en otros cuerpos de agua; *3)* provenientes de actividades relacionadas con el hábito de fumar; *4)* provenientes de la disposición indebida de desechos sólidos; *5)* biomédicos e higiénicos; y *6)* de interés local (Anexo 1).

Valoración de la extensión de la playa limpiada

La medida se obtuvo a partir de las distancias paralela (AB) y perpendicular a la costa (C):

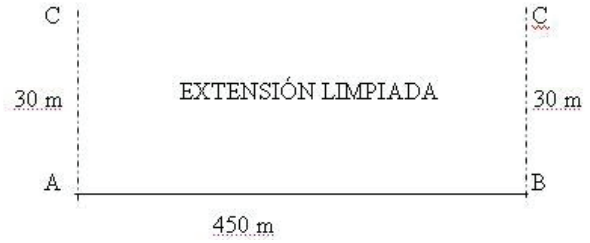
Ec. 1 $ETL = [(AB)(C)] /3.05/ 1000$

Donde: ETL es extensión total de limpieza; AB es la distancia paralela a la costa (metros); C es la distancia perpendicular a la línea de costa (metros); 3.05 es la distancia lineal promedio en metros limpiada por voluntario (Ocean Conservancy, 2003) y 1000 es la equivalencia para convertir metros a kilómetros. Cabe mencionar que Ocean Conservancy recomienda que la extensión total sometida a limpieza se reporte en unidades lineales (kilómetros), como se muestra el siguiente ejemplo, y no en unidades de superficie:

La ETL limpiada de una franja de 450 m de largo por 30 m de ancho (Fig. 4) es igual a:

ETL = (450 m) (30 m) / 3.05 m / 1000 m
ETL = 4.42 km

Figura 4
Croquis que muestra el cálculo de la ETL



Limpieza subacuática

La recolección se realizó en tres zonas con la dirección de un responsable encargado de verificar que todos los buzos participantes estuvieran certificados para usar equipo autónomo; designar los sitios que se debían limpiar de acuerdo con la experiencia y el conocimiento del litoral; facilitar el equipo completo y seguro, así como el material necesario para la recolección de la basura y, finalmente, elegir a los coordinadores de zona. Las bolsas con basura se concentraron en embarcaciones y posteriormente se llevaron a tierra firme para clasificar y cuantificar los desperdicios. Las áreas que se limpiaron limpieza fueron:

a) Muelle la Perlita, que se trabajó en un transecto de 1000 m de longitud por 50 m hacia el mar (perpendicular a la costa). Participaron 23 buzos, un lanchero y un coordinador.
b) Playa San Pedrito, donde se recolectó en cuatro transectos de 110 m de longitud por 50 m de ancho. Colaboraron 18 buzos, un lanchero y un coordinador.
c) Playa Audiencia, donde se recogieron los desechos en cuatro transectos de 110m de largo por 50 m perpendiculares a la costa. Participaron ocho buzos, un lanchero y un coordinador.

Peso de la basura marina

Las bolsas que se utilizaron para depositar la basura recogida soportan un peso no mayor a siete kilogramos. Por ello se estimó el peso de una bolsa de este tipo, "llena", en 15 libras o 6.803 kilogramos (Ocean Conservancy, 2003).

Resultados

La extensión total (ETL) limpiada durante la Campaña Internacional de Limpieza de Costas 2003 en el litoral de Manzanillo, Col., fue de 407.48 km, se recogieron 26 731 objetos, que pesaron 1 950 kg. En el evento participaron 592 voluntarios (Tabla 2).

Los materiales que predominaron en la basura costera recogida fueron: acetato de celulosa, plástico, unicel o *foam*, vidrio, materia orgánica natural y papel o cartón, integrados en objetos como colillas de cigarro, tapaderas o tapones; botellas, bolsas, vegetación terrestre, servilletas, cajetillas de cigarro y platos, vasos, cucharas, tenedores. El total de estos objetos constituyó casi 96% del de la basura marina recolectada (Tabla 3).

Distribución y abundancia de la basura marina o costera en Manzanillo, Colima

Playas y rompeolas. La ETL que se abarcó en esta sección fue de aproximadamente 89.79 km, donde se levantaron 850 kg de basura (Tabla 4). Se cuantificó un total de 17 397 objetos, dentro de los que predominaron las colillas de cigarro (5 227), las botellas de bebidas de plástico de dos litros o menos (2 378), las tapaderas o tapones (1 854) y las bolsas de plástico (1 817). Es importante resaltar que en la sección del rompeolas al Club de Pesca se encontraron frascos de vidrio y bolsas de plástico con restos de pegamento de contacto (Resistol 5000®) que los drogadictos inhalan.

En las playas de San Pedrito, Playa Azul-Salagua y Miramar se juntó mayor cantidad de basura costera: 6 223, 3 788 y 3 323 objetos, respectivamente. Por ello, considerando la longitud de la ETL en cada una de ellas, y suponiendo que los voluntarios participantes recogieron todos los desechos ahí presentes, se podría decir que la playa San Pedrito era la más sucia (1.41 objetos·m^{-1}), seguida por la playa Santiago que mostró 0.41 objetos·m^{-1}. En cambio, la playa de Olas Altas mostró la menor cantidad de basura costera (Fig. 5).

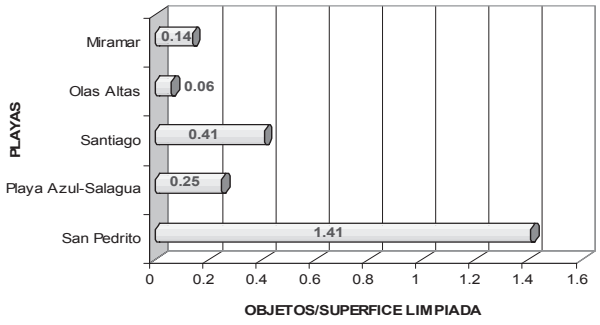
Tabla 2
Basura marina o costera recolectada durante la Campaña Internacional de Limpieza de Costas 2003, en Manzanillo, Col., México

Costa limpiada	*Superficie (km)*	*Objetos recolectados (núm)*	*Basura (kg)*	*Voluntarios*
Playas	89.79	17 397	857	440
Sub-acuática:				
*fondo marino	16.06	1 708	417	55
**flotante	299.67	84	16	2
Andadores	1.96	7542	660	95
Total	*407.48*	*26 731*	*1 950*	*592*

Tabla 3
Objetos predominantes durante la Campaña Internacional de Limpieza de Costas, 2003, en Manzanillo, Colima, México

Objeto	*Cantidad total*	*Porcentaje*
1. Colillas de cigarro	8 141	30.46
2. Tapaderas, tapones y corcholatas	4 474	16.74
3. Botellas de bebidas (plástico) de 2 l o menores	3 270	12.23
4. Bolsas de plástico	2 999	11.22
5. Envolturas	1 712	6.40
6. Vegetación terrestre (desechos naturales)	1 710	6.40
7. Platos, cucharas, tenedores, etc.	1 466	5.48
8. Botellas de vidrio	941	3.52
9. Envolturas y cajetillas de cigarros	554	2.07
10. Papel/cartón	303	1.13
Total	*25 570*	*95.66*

Figura 5
Basura marina recogida en las playas de Manzanillo, Colima, durante la Campaña de Limpieza de Costas, 2003



Andadores o entradas a las playas. La extensión aproximada que se limpió en esta sección de costa fue de 1.96 km de donde se levantaron 660 kg de basura con la participación de 95 personas. Se cuantificó un total de 7 542 objetos, entre los que predominaron las colillas de cigarros, tapaderas o tapones, botellas de plástico para bebidas y pedacería de vidrio (Tabla 4).

Limpieza subacuática. Participaron en ella 55 buzos voluntarios. La extensión aproximada que se limpió fue de 16.06 km; se levantaron 417 kg de basura (Tabla 4). Se clasificaron y cuantificaron 1 787 objetos, entre los que abundaron las bolsas de plástico, las botellas de plástico para bebidas y las envolturas.

Limpieza de basura flotante. Sólo participaron dos personas, que recolectaron 16 kg de basura marina en una extensión promedio de 299.67 km (Gilberto Cruz,[3] com. pers.); de los 94 objetos recolectados, predominaron las bolsas y botellas de bebidas de plástico (Tabla 4).

Origen o Fuente de la basura marina o costera en Manzanillo

Para determinar el origen de la basura en el litoral de Manzanillo, se relacionaron los objetos recolectados con las posibles actividades que los producen: 1) en la línea costera y actividades recreativas, 2) en océanos y cursos de agua, 3) actividades vinculadas al hábito de fumar, 4) residuos sólidos eliminados inadecuadamente, y 5) desechos médicos y de higiene personal (Tabla 5).

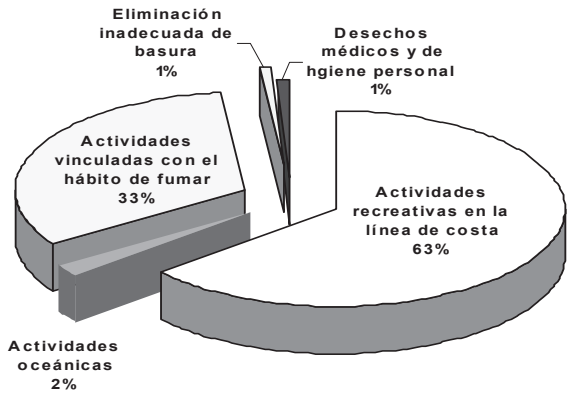
Los resultados muestran dos fuentes principales: la primera se relaciona con las actividades recreativas

3. Ing. Gilberto Cruz., Administración Portuaria Integral de Manzanillo

realizadas en la orilla, ya que aportaron la mayor cantidad (17 107 objetos o 64%), y en la que predominaron las tapaderas o tapones, botellas plásticas de bebidas de dos litros o menores, las bolsas y envolturas de plástico. La segunda fuente tiene su origen en el hábito de fumar, ya que estos desechos contribuyeron con 32.7%. Estas dos fuentes representaron 96.7% de la basura durante la limpieza de costas del año 2003.

De la basura marina, 3.3% provino de actividades que se desarrollan en el océano, ya que se recogieron 455 objetos (1.7%) de esta categoría, en él predominaron los botes de aceites lubricantes, blanqueadores o detergentes y las boyas o flotadores. La eliminación inadecuada de la basura fue relacionada con 233 objetos (0.9%), dentro de los que prevalecieron el material de construcción, pilas y llantas y, por último, 193 objetos (0.72%) correspondieron a desechos médicos o de higiene personal, dentro de los que sobresalieron los pañales desechables y condones (Fig. 6).

Figura 6
Origen o fuente de la basura marina
en las playas de Manzanillo



Discusión

La limpieza del litoral manzanillense en el año 2003 fue realizada por 592 voluntarios de los 2 517 que participaron en México y se abarcó una extensión aproximada de 407.48 km. El esfuerzo de los participantes en la recolección de basura marina y en la generación de datos ha ayudado a cambiar la manera de pensar y de actuar de muchos ciudadanos sobre la factibilidad de usar al mar como depósito de los desperdicios producidos por la sociedad. En otras palabras, actividades como ésta sirven para informar, capacitar y educar a la población sobre esta problemática, a la vez que proporcionan herramientas que puedan conducir a cambios en el comportamiento humano y contribuir al diseño de estrategias que disminuyan los daños ocasionados por la basura marina o costera.

La recolección de basura marina en grandes extensiones y el acopio de esos datos con apoyo de personas de diferente edad, sexo, religión, partido político y grado académico, es la forma más apropiada, y probablemente la más económica, de limpiar el litoral y generar datos que se conviertan en una herramienta para determinar el origen de la basura en gran escala, proponer medidas preventivas y desarrollar estrategias eficaces para el control de la contaminación (Ocean Conservancy, 2003; Rees y Pond, 1995). No obstante, la participación de voluntarios en la recopilación de datos ha sido criticada por algunos investigadores que argumentan que aquéllos pudieran identificar incorrectamente los objetos; además de la poca o nula habilidad y eficiencia de los participantes para localizar los objetos en el litoral. Sin embargo, es importante resaltar que el método diseñado por Ocean Concervancy es muy sencillo y "amigable", y puede ser usado por personas sin formación profesional debido a que lo que se identifica son elementos comunes como latas, botes, tapaderas y artículos de uso frecuente. Además, se debe considerar que los voluntarios no tienen motivo alguno para alterar los datos colectados (Rees y Pond, 1995).

Durante las últimas tres décadas se han efectuado monitoreos de basura en muchos litorales del mundo; empero, no existe un método estandarizado para evaluar este tipo específico de contaminación, ya que los ambientes costeros, y en particular las playas, difieren mucho en tipo, tamaño, estructura y procesos dinámicos (Earll *et al.*, 2000): Otra posibilidad pudiera ser que la composición de la basura es muy heterogénea y los sitios en donde ésta se localiza también son muy variables, dado que el depósito depende de procesos físicos y antropogénicos.

Los materiales sintéticos que predominaron en el litoral manzanillense fueron: acetato de celulosa, plástico, unicel o *foam* y vidrio. Los cigarros y colillas, bolsas, tapaderas, envolturas, botellas para bebidas, vasos, platos, tenedores, cuchillos, cucharas y botellas de vidrio. Estos datos concuerdan con los arrojados en la recolecta hecha en las playas de San Miguel, zona junto al Arroyo El Gallo y el Conalep de Ensenada, BC, donde se limpiaron aproximadamente 1.7 km, con el apoyo de 170 voluntarios que recogieron 2 340 kg de basura costera (Manríquez-Castro, 2003). Cabe resaltar que los resultados obtenidos en esta campaña no pueden ser comparados con los de otro lugar, debido a que es necesario contar con información de al menos cinco años y de preferencia consecutivos, para describir las variaciones por playa.

La recolección de la basura marina y, sobre todo, prevenir su depósito, es sumamente importante: Por ello, es indispensable que se realicen más campañas de limpieza al año y que se cuente con un monitoreo permanente, ya que la capacidad de flotación, la facilidad de desplazamiento (ya sea arrastre por vientos, ríos o corrientes marinas), y la tasa de degradación de los objetos sintéticos, pueden ocasionar que éstos permanezcan por décadas en las playas y en el fondo marino: Un claro ejemplo, son las colillas de cigarro, cuyo promedio de vida es de 10 años, las botellas de bebidas de plástico (300 a 500 años) y las bolsas de plástico (35 a 60 años) (Generalitat de Catalunya,[4] 2005). Por otro lado, cuanto más tiempo permanece el objeto en el sitio, mayor es la amenaza que supone para la navegación, el ecosistema y para el hombre.

Los dos peligros más graves para los organismos marinos son: la ingesta de basura (flotante o del fondo) y quedar atrapados o enredados en ella, ya sea por accidente, por curiosidad o por confundirla con alimento. El número de animales lastimados, enredados o muertos por esta causa es desconocido; sin embargo, científicos del Reino Unido[5] estiman que más de un millón de aves, 100 000 mamíferos y tortugas marinas mueren anualmente por esta razón.

El impacto de los desperdicios en el estado de salud de los organismos que habitan la región no se ha determinado, por lo que es necesario hacer estudios de contenido estomacal de los pelágicos mayores, especialmente en dorados (*Coryphaena hippurus*) y en pez vela (*Istiophorus platypterus)*, ya que sus hábitos alimenticios son oportunistas. Aguilar-Palomino (1993) encontró objetos de plástico en 50.6% de los estómagos analizados de dorados capturados en la bahía de la Paz y Cabo San Lucas (BCS) durante 1990 y 1991; mientras que en especímenes colectados en Mazatlán y Cabo San Lucas se han encontrado restos de celofán, tapas de plástico y anillos de las botellas de leche (Tripp-Valdez,[6] com. pers.). Galván-Magaña[7] (com.pers.) mencionó el hallazgo de colillas de cigarros en el contenido estomacal del atún aleta amarilla y residuos plásticos en pez vela; mientras que Santana-Hernández (com. pers.) detectó una tortuga enredada en un costal de arpilla más allá de las 50 mn de la línea de costa.

Los pescadores de la playa de la Boquita de Miramar (Fig. 3), ubicada en la Bahía de Santiago, consideran que en esta área la basura marina sólo llega a ser un problema durante la época de lluvias; y que los daños derivados del enredamiento de basura en las artes de pesca no son cuantiosos, puesto que las más utilizadas son las redes agalleras y la línea de mano, y tampoco se han producido problemas en la almadraba porque ésta se retira durante la temporada de lluvias (véase al respecto, Espino-Barr *et al.* en este mismo libro).

Lo anterior permite suponer que la abundancia de basura marina en la costa de Manzanillo aún no es dañina para los organismos marinos y la actividad pesquera, pero podría llegar a serlo si no se instrumentan medidas preventivas adecuadas.

La basura marina es también peligrosa para los seres humanos expuestos a ella, y un ejemplo de ellos podrían ser los objetos punzo-cortantes, tales como agujas, pedacería de cristal o vidrio y latas mal abiertas, como las recogidas en las playas de San Pedrito, Brisas, Santiago y Salaguaya. Por otra parte, afectan el flujo turístico.

La presencia de objetos personales de higiene y de desechos médicos indica contaminación por microorganismos patógenos; mientras que en el caso particular de los envases con pegamento de contacto, se asocia con inseguridad en las playas. La basura costera, más que desagradable para los visitantes que disfrutan de las playas, es uno de los problemas de contaminación más generalizados, y afecta a todo el litoral mundial (Moore *et al.,* 2001; UNEP, 2005).

Al igual que se desconoce la cantidad de basura marina que llega al océano, la información disponible sobre su origen es escasa, ya que los objetos pueden recorrer largas distancias antes de depositarse en la costa. De manera general se estima que el origen de 80% de la basura marina es terrestre y únicamente 20% proviene de las actividades en el océano (Greenpeace, 2005; Metar y Parida, 2004; Silva-Íñiguez y Fischer, 2003). La información generada en eventos de limpieza de costas se han usado para determinar qué actividades producen o generan ciertos residuos recogidos a lo largo de las costas del mundo. En el caso particular de la basura marina en el litoral de Manzanillo, se registraron objetos provenientes de dos fuentes principales: *1)* Actividades recreativas en la línea de costa (desechos arrojados por los turistas y visitantes a las playas, así como la basura proveniente de las calles y de desagües pluviales) y *2)* Las actividades relacionadas con el hábito de fumar, que generan desperdicios que permanecen en el ambiente

4. Departamento de vivienda y medio ambiente y la Agencia catalana del agua *http://www.ehuif-fvas.org/biologia/especies_peligrosa.htm*
5. Sea Life Surveys, "Minke Whale-Photo Identification", *www.sealifesurveys.co.uk/research.cfm*
6. M. en C. Arturo Tripp-Valdez. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN
7. Dr. Felipe Galván-Magaña, Investigador del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN

Tabla 4
Basura marina recolectada el 23 de septiembre de 2003 en Manzanillo, Colima, México

Costa limpiada	*Extensión promedio limpiada*	*Peso basura recolectada (kg)*	*Voluntarios*	*Objetos predominantes*
En las playas y el rompeolas				
Rompeolas –Club de pesca	4.91 km	307	45	604 Botellas de plástico p/bebidas 398 tazas, platos, cucharas, etc. 288 bolsas de plástico Se presentó basura peligrosa para la salud del hombre (bolsas o frascos con pegamento y pañales con excremento). **Material predominante: plástico**
Playa de San Pedrito	4.42 km	335	90	1014 Bolsas de plástico 865 Botellas de plástico p/bebidas 698 Tapas de recipientes 730 Colillas de cigarros Se recogió basura costera peligrosa para la salud del hombre (objetos punzo cortantes y pañales con heces fecales)**. Material predominante: plástico**
Playa las Brisas	29.5 km	45	30	944 Colillas de cigarros 233 Bolsas de plástico 135 Tapas de recipientes Se levantó basura marina peligrosa para la salud del hombre (objetos punzo cortantes y pañales con excremento). **Material predominante: acetato de celulosa (colillas de cigarro)**
Playa Salagua (discoteca Vog-Campamento Tortugero	15.73 km	20	45	1126 Colillas de cigarros 146 Cajetillas de cigarros 99 Pedacería de vidrio Se recogió basura costera peligrosa para la salud del hombre (objetos punzo cortantes, pañales con excremento y aplicadores tampón). **Material predominante**: acetato de celulosa
Playa de Santiago	4.42 km	30	55	285 Botellas de plástico p/bebidas 218 Envolturas alimentos 178 Botellas de vidrio Se recogió basura costera peligrosa para la salud del hombre (objetos punzo cortantes y pañales con heces fecales). **Material predominante**: **plástico**
Arroyo de Santiago-Olas Altas	7.86 km	10	80	57 Colillas de cigarro 40 Botellas de plástico p/bebidas 40 Juntas plásticas Se recogió basura costera peligrosa para los animales marinos (anillos o juntas plásticas). **Material predominante: acetato de celulosa y plástico**
Playa Miramar Hotel Playa de Oro-curva del Indio	22.95 km	110	95	300 Desechos naturales 225 Colillas de cigarro 89 Popotes Se recogió basura costera peligrosa para la salud del hombre (condones y pañales con excretas). **Material predominante**: d**esechos naturales y acetato de celulosa**
Total	*89.79 km*	*850 kg*	*440*	*Material predominante plástico y acetato de celulosa*
En andadores o entradas a las playa				
Andadores (Brisas-Salagua)	1.96 km	660	95	2 914 Colillas de cigarros 2 596 Tapas de recipientes 456 Pedacería de vidrio 556 Botellas de plástico p/bebidas
Total	*1.96km*	*660*	*95*	*Material predominante:* *Plástico, acetato de celulosa y vegetación terrestre*

Costa limpiada	*Extensión promedio limpiada*	*Peso basura recolectada (kg)*	*Voluntarios*	*Objetos predominantes*
Basura subacuática				
Muelle La Perlita-playa San Pedrito	8.85 km	267	45	664 Bolsas de plástico 299 Botellas de plástico p/bebidas 156 Envolturas de alimentos **Material predominante: plástico**
Playa la Audiencia	7.21 km	150	10	41 Botellas de vidrio p/bebidas 33 Pedacería de vidrio 31 Bolsas de plástico **Material predominante: vidrio**
Total	*16.06 km*	*417*	*55*	*Material predominante: plástico y vidrio*
Basura flotante				
Puerto interior	299.67 km	16	2	65 Bolsas de plástico 22 Botellas de plástico p/bebidas 2 Botellas de vidrio
Total	*299.67 km*	*16*	*2*	*Material predominante: plástico*

Tabla 5
Fuente de la basura marina o costera en el litoral de Manzanillo, Colima, México (23 de Septiembre de 2003)

Fuente	*Objeto*	*Objetos (no.)*	*Porcentaje*
Línea de costa y actividades recreativas	Bolsas	2 999	**64**
	Globos	28	
	Botellas de vidrio	941	
	Botellas de bebidas de plástico de 2l o menores	3 270	
	Latas de bebidas de metales	422	
	Tapaderas-tapones	4 474	
	Ropa y zapatos	132	
	Tazas, platos, tenedores, cuchillos, cucharas	1 466	
	Envolturas y envases de alimentos	1 712	
	Pestañas, chapitas o tapas de latas	484	
	Cartuchos de armas de fuego	18	
	Anillos o sujetadores de latas	331	
	Popotes, pajitas, agitadores de plástico	777	
	Juguetes	53	
	SUBTOTAL	17,107	
Actividades oceánicas y cursos de agua	Contenedores, paquetes de carnada	5	**1.7**
	Botellas de blanqueadores o limpiadores	96	
	Boyas, flotadores	89	
	Trampas para peces y crustáceos	9	
	Cajas de embalaje	2	
	Líneas, monofilamento o cañas de pesca	12	
	Señuelos y tubos luminosos	1	
	Redes de pesca	16	
	Bombillas y tubos fluorescentes	5	
	Botellas de aceite y lubricante	104	
	Bases de madera	6	
	Sogas	43	
	Ropa	57	
	Cintas plásticas de seguridad	10	
	SUBTOTAL	455	
Actividades vinculadas con el hábito de fumar	Cigarros y filtros de cigarros	35	**32.7**
	Encendedores	13	
	Colillas	8 141	
	Cajetillas de cigarros o envolturas de tabaco	554	
	SUBTOTAL	8,743	

Eliminación inadecuada de residuos sólidos	Tambos de 200 lt	1	**0.87**
	Artefactos eléctricos (refrigeradores, lavadoras, etc.)	3	
	Baterías	57	
	Material de construcción	152	
	Vehículos y partes de autos	6	
	Llantas	14	
	SUBTOTAL	233	
Desechos médicos y de higiene personal	Condones	35	**0.72**
	Pañales	114	
	Jeringas	20	
	Aplicadores de tampón o tampones	24	
	SUBTOTAL	193	
Total	*26 731*		*99.99*

por largos periodos de tiempo (éstos han sido los más abundantes durante los últimos 10 años). Disminuir estos contaminantes sería tanto como eliminar más de 90% de la basura marina.

Para proponer acciones o estrategias que reduzcan el depósito de basura es necesario conocer la fuente u origen de los desechos y plantear acciones concretas para cada una de ellas (Moore *et al*., 2001; Silva-Íñiguez, 2002), que se podrían llevarse a cabo en las playas de Manzanillo, tales como poner botes de basura en las playas e indicaciones que exhorten a los visitantes a colocar su basura dentro del recipiente y a no dejar desperdicios sobre la playa. Actualmente pocas playas cuentan con este servicio y desafortunadamente los botes están dispuestos en las calles, por donde pasa el camión recolector. También sería recomendable que en los medios de comunicación local se difundan mensajes alusivos a no tirar basura en la vía pública, así como elaborar un programa de educación ambiental para los escolares de los diferentes niveles educativos de la región y para el personal que trabaja en el mar (guías de turistas, pescadores, etcétera).

Cabe resaltar que las autoridades municipales, estatales y federales, por medio del Departamento de Limpieza Municipal, la Secretaría de Turismo y la SEMARNAT han instrumentado el Programa de Limpieza Mecánica de las Playas (actualmente se cuenta con dos barredoras de playa), para lo que crearon el Comité Municipal de Playas Limpias. Estas acciones han contribuido a mejorar la estética de las playas, así como a incrementar el valor recreativo de las playas de Manzanillo (Laureano-Nieves *et al.,* 2003; Silva-Íñiguez, 2005).

Conclusiones

1. La participación de voluntarios de diferentes edad, ocupación e intereses es apropiada para educar y sensibilizar al público acerca de la necesidad de cambiar los hábitos y costumbres de tirar la basura en cualquier sito.
2. La abundancia de basura flotante en el litoral de Manzanillo no ha causado daño a pescadores. Sin embargo, la cantidad de basura marina o costera en las playas ocasiona mal aspecto, además representar cierto riesgo o peligro para los visitantes, como sería el caso de las jeringas, los condones y pañales encontrados en las playas de San Pedrito, Brisas, Salagua y Santiago; o las bolsas de plástico con pegamento de contacto, indicativo de la presencia de drogadictos que pudieran representar peligro o inseguridad en algunos sitios, como el Rompeolas-Club de Pesca.
3. Las actividades recreativas en la orilla y las relativas al hábito de fumar fueron las fuentes principales de la basura marina en nuestra costa, aportando principalmente: botellas de bebidas plásticas, tapaderas, envolturas y envases de alimento, así como, colillas, cigarros, encendedores y cajetillas o envolturas de cigarros.
4. Para mejorar la calidad estética del litoral manzanillense sería pertinente instrumentar un programa de educación ambiental, distribuir botes recolectores en lugares estratégicos en las playas y llevar a cabo su mantenimiento, así como la mejora del programa de limpieza mecánica de las playas y la colaboración de los prestadores de servicios (hoteleros, restauranteros y vendedores ambulantes) con el personal del Departamento de Servicios Públicos Municipales. También sería de utilidad incrementar la vigilancia pública y de la sociedad en las playas y realizar eventos de limpieza en espacios públicos como ríos, arroyos, parques y jardines con voluntarios.
5. La basura marina puede generar numerosos problemas ecológicos, estéticos, económicos y de salud humana. Por ello los gobiernos federal, estatal y municipal, así como organizaciones privadas, instituciones educativas y ONG, entre otras, ya iniciaron acciones para mitigar los daños. La mejor estrategia para combatir este tipo de con-

taminación es la prevención, por lo que toda la población debe empezar por revisar sus hábitos y costumbres, disminuir la cantidad de basura generada y depositarla en el sitio adecuado.

Agradecimientos

A todos los participantes y patrocinadores de la Campaña Internacional de Limpieza de las Costas de Manzanillo, Colima, 2003 y, en especial, a Susan Dearing y Carlos Cuéllar, integrantes del Grupo Ecológico BUCEAA, al Comité Local de Playas Limpias del Municipio de Manzanillo y a los capitanes de zona: Ernesto Pérez León, Karla Laureano Nieves, Lydia Galeana Miramontes, Dulce Lina Campos Grimaldo, Raúl Velasco Aguirre, Berenice López Camacho, Carlos y Carrillo Suaste, nuestro agradecimiento. Además, nuestro más sincero reconocimiento Dr. Miguel Ángel Aguayo López, rector de la Universidad de Colima, a Imelda Borja Gómez y a Bonnie Jasid Brust Beltrán, por todo el apoyo brindado.

Referencias bibliográficas

AGUILAR-PALOMINO, B. 1993. *Espectro trófico del dorado* Coryphaena hippurus *Linnaeus 1758 (Osteichthyes: Coryphaenidae), capturado en la bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur, México, durante 1990 y 1991*. Tesis de Maestría. CICIMAR, IPN, La Paz, BCS. 101p.

EARLL, R.C., A.T. Williams, S.L. Simmons y D.T. Tudor. 2000. Aquatic litter, management and prevention-the role of measurement. *Journal of Coastal Conservation,* 6:67-78.

GREENPEACE. 2005. Basuras en el mar. 7p. Versión electrónica disponible en: *http:www.greenpeace.org/raw/content/espana/ reports/Basuras-en-el-mar.pdf*

LAUREANO-NIEVES, K, L. Silva-Iñiguez, R. Pérez-López, C.Y. Rodríguez-Carrillo y A.F. Díaz-Flores. 2003. *Basura marina en cuatro playas de Manzanillo, Colima: Percepción pública.* Memorias del VI Congreso de Ciencias del Mar. Environmental Defense. La Habana, Cuba. p.36.

MANRÍQUEZ-CASTRO, C.I. 2003. Campaña Internacional de Limpieza de Playas 2003. Pro Esteros. *La bitácora del Humedal*, 3(3):1-2.

METAR, S. y P. Parida. 2004. Basura en los mares. *Samudra*, pp. 17-19.

MOORE, S.L., D. Gregorio, M. Carreons, S.B. Weisberg y M.K. Leecaster. 2001. Composition and distribution of beach debris in Orange County, California. *Marine Pollution Bulletin*, 42(3):241-245

REES, G. y K. Pond. 1995. Marine litter monitoring programs. A review of methods with special reference to national survey. *Marine Pollution Bulletin*, 30(2):103-108.

SILVA-IÑIGUEZ, L. 2002. *Evaluación de la basura marina en la playa Municipal de Ensenada, BC, México*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, BC, 182p.

SILVA-IÑIGUEZ, L. 2005. *Las playas como capital natural para el desarrollo sustentable*. Informe Final Convenio PROMEP/103.3/04/122. Manzanillo, Colima, México. 50p.

SILVA-IÑIGUEZ, L. y D.W. Fischer. 2003. Quantification and classification of marine litter on the Municipal Beach of Ensenada, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 46:132-138.

OCEAN CONSERVANCY. 2003. *Pocket guide to marine debris*. EPA- USA, 30p.

UNEP (United Nations Environment Program). 2005. *Marine litter, an analytical overview.* Nairobi, Kenia. 58p.

Anexo 1

Formato de campo para Limpieza Internacional de Costas

TARJETA DE DATOS PARA LA LIMPIEZA INTERNACIONAL DE COSTAS™

Los datos recopilados durante la Limpieza Internacional de Costas del Ocean Conservancy, son utilizados para educar al público y crear soluciones para el manejo de los desperdicios sólidos. Mediante esfuerzos cojuntos entre la industria privada, agencias de gobierno, grupos ambientales y comunitarios, se desarrollan cambios en el comportamiento y las costumbres que producen desperdicios en la costa. Gracias por participar y ser un elemento esencial en éste proceso.

The Ocean Conservancy

LUGAR DE LA LIMPIEZA

Tipo de limpieza: ❑ Costa/Orilla//Playa ❑ Subacuática Lugar de la Limpiaza: Estado_____ País_____

Nombre de la zona, localidad limpiada:_____ Nombre de la playa:_____

La fecha de hoy: Mes_____ Día_____ Año_____ Nombre del Coordinador(a):_____

Cantidad de participantes trabajando junto con esta tarjeta:_____ Distancia limpiada:_____millas ó_____kms

Cantidad de bolsas llenadas (fundas):_____ Peso aproximado del total recogido:_____libras ó_____kgs

NOMBRES DE LOS PARTICIPANTES EN SU GRUPO

Si desea ser miembro del Ocean Conservancy (TOC) y/o unirse a nuestra red de ciudadanos que hacen oir su opinión en asuntos importantes sobre conservación marina (OAN), por favor marque el encasillado bajo su nombre y dirección. ***¡Gracias por ayudarnos a protejer nuestros océanos!***

1. Nombre:_____ Edad_____
Dirección:_____
Ciudad:_____ Estado:_____
País:_____ Zona/Código postal:_____
Teléfono: (_____) _____
Email: _____
Quiero recibir información de TOC: ❑ y OAN: ❑

2. Nombre:_____ Edad_____
Dirección:_____
Ciudad:_____ Estado:_____
País:_____ Zona/Código postal:_____
Teléfono: (_____) _____
Email: _____
Quiero recibir información de TOC: ❑ y OAN: ❑

3. Nombre:_____ Edad_____
Dirección:_____
Ciudad:_____ Estado:_____
País:_____ Zona/Código postal:_____
Teléfono: (_____) _____
Email: _____
Quiero recibir información de TOC: ❑ y OAN: ❑

4. Nombre:_____ Edad_____
Dirección:_____
Ciudad:_____ Estado:_____
País:_____ Zona/Código postal:_____
Teléfono: (_____) _____
Email: _____
Quiero recibir información de TOC: ❑ y OAN: ❑

ANIMALES ENREDADOS: (❑ muertos o ❑ vivos) Haga una lista de todos los animales enredados que fueron encontrados durante la limpieza. Díganos en qué estaban enredados (línea de pescar, sogas, redes, etc.) _____

¿CUÁL FUE EL ARTÍCULO MÁS RARO QUE SE RECOGIÓ?:_____

Las siguientes organizaciones nacionales e internacionales respaldan y/ o apoyan la Limpieza Internacional de Costas™:

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés)
- UICN–Unión Mundial para la Conservación
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental (IOC) de la Organización de Naciones Unidas para la Educacion, la Ciencia, y la Cultura (UNESCO)

© 2004 The Ocean Conservancy

Por favor devuelva esta tarjeta al Coordinador de su área o enviéla a:

The Ocean Conservancy Office of Pollution Prevention & Monitoring
1432 N. Great Neck Road, Suite 103
Virginia Beach, VA 23454 USA
Teléfono (757) 496-0920
Facsímil (757) 496-3207
www.oceanconservancy.org

International Coastal Cleanup

ARTICULOS RECOGIDOS

Basura, desperdicios y escombros de origen humano...

- Afecta la vida salvaje y el medio ambiente
- Amenaza la salud y seguridad públicas
- Provoca pérdidas económicas en las comunidades

- ¡Se ve mal!

¡Piense de dónde proviene toda esta basura y como podemos prevenirla!

The Ocean Conservancy
www.oceanconservancy.org

Por favor recoja todos los desperdicios que encuentre en la playa. Anote solo la información de aquellos artículos mencionados a continuación. Mantenga la cuenta de los artículos que va recojiendo utilizando marcas y entre el número total en el encasillado. **Ejemplo:** [8] **Latas de bebidas:** 𝍸 III

ACTIVIDADES EN LAS ORILLAS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS

(Desechos de visitantes de las playas, pasadía, juegos / deportes, festivales, basura en las alcantarillas pluviales)

- ❑ bolsas _____
- ❑ globos _____
- ❑ botellas de bebidas (plásticas) de dos litros o menos _____
- ❑ botellas de bebidas (vidrio) _____
- ❑ latas de bebidas _____
- ❑ tapas de bebidas y otros recipientes _____
- ❑ ropas/zapatos _____
- ❑ tazas, platos, tenedores, cuchillos, cucharas _____
- ❑ envolturas/envases de alimentos _____
- ❑ pestañas, espitas o tapas de latas _____
- ❑ juntas plásticas _____
- ❑ cartuchos o cacerinas de armas de fuego _____
- ❑ popotes, sorbetes, agitadores plásticos para bebidas _____
- ❑ juguetes _____

ACTIVIDADES EN LOS OCÉANOS Y OTROS CUERPOS DE AGUAS

(Desechos o carnada de pesca recreativa /comercial y operaciones marítimas)

- ❑ contenedores de cebo y sus envolturas _____
- ❑ botellas de cloro y otros artículos de limpieza _____
- ❑ boyas y flotadores _____
- ❑ trampas para cangrejos, langosta y peces _____
- ❑ cajas de embalaje _____
- ❑ monofilamento de pesca _____
- ❑ señuelos y varas de luz _____
- ❑ redes de pesca _____
- ❑ bombillas de luz/ fluorescentes _____
- ❑ botellas de aceite y lubricantes _____
- ❑ paletas de madera para cargas _____
- ❑ plástico para empaque y lonas _____
- ❑ soga _____
- ❑ cintas plásticas de seguridad _____

ACTIVIDADES RELACIONADAS AL HÁBITO DE FUMAR

- ❑ cigarros (cigarrillos) / filtros de cigarros (cigarrillos) _____
- ❑ encendedores _____
- ❑ boquillas _____
- ❑ envolturas y cajetillas de cigarros (cigarrillos) _____

DISPOSICIÓN INDEBIDA DE DESECHOS SÓLIDOS

- ❑ artefactos eléctricos (refrigeradoras, lavadoras, etc.) _____
- ❑ baterías _____
- ❑ materiales de construcción _____
- ❑ autos/partes de autos _____
- ❑ barriles grandes _____
- ❑ llantas _____

DESECHOS BIOMÉDICOS E HIGIÉNICOS

- ❑ condones _____
- ❑ pañales desechables _____
- ❑ jeringas _____
- ❑ tampones o aplicadores de tampones _____

DESECHOS DE INTERÉS LOCAL

(Identifique y enumere otros 3 artículos que sean de importancia para usted)

- ❑ _____
- ❑ _____
- ❑ _____

© 2004 The Ocean Conservancy

Marco ambiental

Biología Reptiles

Los cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México

Helios Hernández Hurtado[*]
Rafael García de Quevedo Machain[*]
Pablo S. Hernández Hurtado[*]

Resumen

En este capítulo se analiza la información publicada e inédita generada hasta diciembre de 2004 sobre el *Crocodylus acutus* Cuvier (1807), en la región de la costa Pacífico occidental de México. Para ello la información se organizó en cuatro temas: *1)* Biología, abundancia y distribución de la especie. *2)* Historia, protección y explotación. *3)* Problemática y relación entre hombre y cocodrilo. *4)* Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS) y zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos. Con lo anterior se determina la situación de las poblaciones y la conservación en cautiverio de la especie en la región.

Palabras clave: *Crocodylus acutus,* ecología, población, vida silvestre y cautiverio.

Introducción

La información sobre los cocodrilos en México es escasa, destacan los trabajos llevados a cabo a principios de la década de los años setenta por Miguel Álvarez del Toro, Gustavo Casas-Andreu y Manuel Guzmán-Arroyo (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro, 1974; Álvarez del Toro y Sigler, 2001), estos investigadores realizaron los primeros estudios sobre cocodrilos mexicanos, gracias a la entusiasta participación y constante apoyo de los biólogos Enrique Beltrán y Juan Luis Cifuentes Lemus. En 1985 el biólogo Marco Lazcano, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas y 1987 el biólogo Gonzalo Pérez-Higareda en Veracruz, organizaron los primeros cursos sobre biología, conservación y manejo de cocodrilianos en el país. Durante la década de los años noventa, gran número de investigadores se integró al trabajo sobre este prehistórico reptil, dando inicio a la recopilación de información en los estados de la república mexicana para los cuales no la había. En este contexto, los investigadores iniciaron el estudio del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus)* en la región que comprende los estados de Michoacán, Colima y Jalisco, con especial interés en la ecología de las poblaciones silvestres.

La regulación de la explotación y el comercio de los cocodrilos en México comenzaron en la década de los años treinta pero hasta los años setenta se formaron las instituciones internacionales para proteger y aprovechar de forma sustentable la biodiversidad mundial. Por otro lado, a pesar de la protección establecida por las leyes mexicanas e internacionales para *Crocodylus acutus*, sus poblaciones siguen disminuyendo como resultado, entre otras causas, de la fragmentación de su hábitat.

El presente trabajo es descriptivo y fue elaborado con información proveniente de revistas especializadas, tesis de licenciatura, notas en la prensa escrita, hablada y electrónica, además incluye entrevistas que los autores realizaron a lugareños donde habita la especie, para determinar la situación actual de las poblaciones de *Crocodylus acutus* en Michoacán, Colima y Jalisco, así como para realizar el censo de las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) que operan con la especie y describir la problemática que presentan los cocodrilos, relacionada con las actividades pesqueras y urbanas en la zona costera de la región.

La información ha sido organizada en cuatro temas: *1)* Biología, abundancia y distribución de la especie. *2)* Historia, protección y explotación. *3)* Pro-

* Departamento de Ciencias, Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa, CP 48280, Puerto Vallarta, Jalisco. Tel: (322) 2262215, fax: (322) 2262200. Correo electrónico: helios@pv.udg.mx; hhh0474@hotmail.com; gquevedo@pv1.udg.mx

blemática y relación entre hombre y el cocodrilo. *4)* Las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos.

Biología, abundancia y distribución de la especie

En México se encuentran representadas tres especies, pertenecientes a las dos familias de cocodrilianos: *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río) y *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano) de la familia Crocodylidae; y el *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán) de la familia Alligatoridae. Las diferencias entre las especies son notables.

El cocodrilo de río presenta un hocico largo y estrecho, cuya longitud es de 1.75 a 2.5 veces su ancho basal, características por las cuales recibió el nombre de *C. acutus* que significa picudo o acusado. Su talla máxima es de siete metros, aunque es raro observar cocodrilos mayores a cuatro metros. Otros nombres que recibe *C. acutus* son: lagarto real, cocodrilo americano y caimán. En México se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas y en algunos sitios del estado de Quintana Roo; en este capítulo se describen los aspectos biológicos, ecológicos y la problemática hombre-cocodrilo, de esta especie en la región de Jalisco, Colima y Michoacán (Fig. 1a).

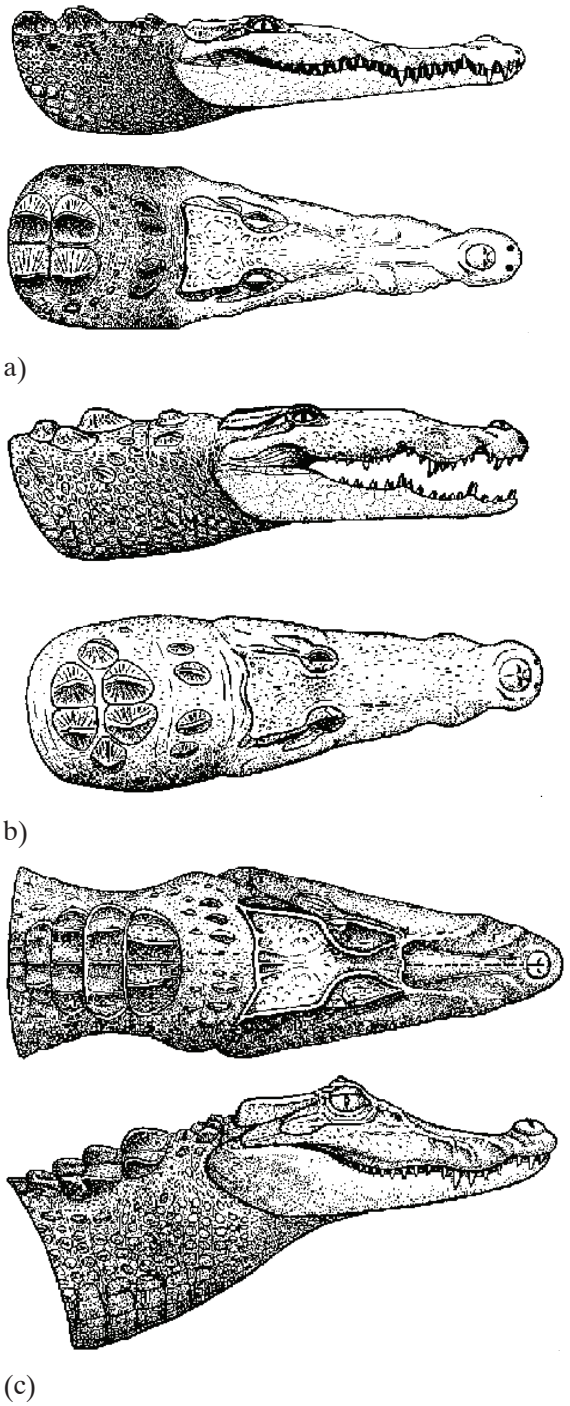
El cocodrilo de pantano presenta un hocico relativamente corto, cuya longitud es 1.5 a 1.7 veces el ancho basal y está redondeado en la punta. Al igual que sucede con otros miembros de la familia Crocodylidae, el cuarto diente mandibular es visible. Su talla máxima es de 3.5 m. El área de distribución en México comprende la costa del Golfo de México, la península de Yucatán y algunos ríos y pantanos de Chiapas (Fig. 1b).

El caimán se distingue por su hocico corto y ancho que presenta un tabique óseo curvo transversal frente a los ojos; a diferencia de los representantes de las otras dos especies, cuando tiene el hocico cerrado solamente es posible observar los dientes superiores o maxilares y no se distingue el cuarto diente mandibular. Los párpados presentan una protuberancia dérmica. Su talla máxima es de 2.5 m y se distribuye en las zonas costeras del sur de Oaxaca y Chiapas (Fig. 1c).

Descripción de las clases de talla por edad

Las tallas de las crías al nacer oscilan entre los 25 a los 30 cm. Los cocodrilos cuyas edades son menores a

Figura 1
Esquemas de las tres especies de cocodrilos mexicanos



a) *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río), b) *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano), y c) *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán). Fuente: BRITTON 1995-2003. *http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cnhc.html*

seis meses y su talla oscila entre 25 y 40 cm se conocen como "neonatos". Después de que han sobrevivido al primer invierno y tiene entre seis y 12 meses de edad (40-60 cm) se les denomina como "crías". Los individuos mayores a dos metros son considerados adultos. Algunos autores los clasifican por su talla, en clases que abarcan intervalos de 60 cm, mientras que otros sólo utilizan tres clases: crías de 0.25 a 1.00 m de longitud, juveniles de 1.01 a 2.00 m y adultos, mayores a los dos metros.

Hábitat

En la región costera de Michoacán, Colima y Jalisco, el clima es cálido, subhúmedo con lluvias en verano y larga temporada seca, tipo Aw según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). La temperatura promedio anual es de 29 °C con oscilaciones de ±4 °C (Rzedowski, 1978; García, 1988). La vegetación característica de la región es pastizal, bosque de manglar, bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, palmares y vegetación de dunas (Rzedowski, 1978). También el cocodrilo puede incursionar en cultivos de plátano, mango, limón, entre otros.

Crocodylus acutus habita en las zonas tropicales, en aguas continentales, dulces y salobres (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Aunque esta especie se localiza principalmente en la costa, es ecológicamente adaptable, por lo que puede distribuirse hacia el interior del continente, siguiendo el curso de los ríos (Thorbjarnarson, 1989; Sigler, 1998). Individuos de esta especie han sido registrados a 1220 m de altitud, en el río Tehuantepec en el estado de Oaxaca (Thorbjarnarson 1989; Casas-Andreu y Reyna, 1994).

En la región de Jalisco y Colima, *C. acutus* tolera condiciones de salinidad variables entre 0 y 41 $^{0}/_{00}$ sin problemas, ya que es capaz de osmoregular mediante una piel gruesa, riñones que eliminan detritos nitrogenados y glándulas en la lengua que excretan sales (Mazzotti, 1992; Hernández *et al.,* 1998), por lo que ocasionalmente es posible encontrar cocodrilos jóvenes y adultos nadando en el mar, en la vecindad de las desembocaduras de los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates (Puerto Vallarta, Jal.) y en el de Majahuas (Tomatlán, Jalisco).

El cocodrilo puede soportar las perturbaciones en su hábitat ocasionadas por el desarrollo urbano, turístico, agropecuario y pesquero, ya que vive en sitios como aeropuertos, puertos, canales de riego, ríos, lagunas de aguas residuales, ladrilleras, marinas turísticas, estanques de acuicultura, campos de golf y, en general, cuerpos de agua que el hombre usa como sitios recreativos durante el día.

Por otro lado, los cocodrilos tienen una importancia fundamental para los ecosistemas costeros porque fungen como los ingenieros hidráulicos de los humedales tropicales, ya que mediante su tránsito diario conservan canales de agua abiertos, lo que contribuye a mantener la biodiversidad en los pantanos y esteros. También cumplen el papel trófico como depredadores tope en el ecosistema.

Por otro lado, los organismos de *Crocodylus acutus* se distribuyen en un área determinada de acuerdo con su edad, de tal modo que la descripción del microhábitat es un indicador de la estructura de edades y la densidad de la población. Las crías y neonatos de *C. acutus* suelen habitar en las inmediaciones de su lugar de nacimiento durante varias semanas, aunque algunos pueden permanecer ahí por meses o años (Thorbjarnarson, 1989; Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Las crías prefieren estar dentro del agua, aunque se les puede observar asoleándose sobre las raíces del manglar y, muy rara vez, en alguna playa desprovista de vegetación. Después de la quinta semana los neonatos comienzan a dispersarse (Álvarez del Toro y Sigler, 2001); durante este periodo son más susceptibles a la depredación por gran variedad de animales como son: hormigas, cangrejos, pequeños mamíferos, aves, reptiles y fauna doméstica.

Algunos cocodrilos buscan refugio entre las oquedades de las rocas, bajo troncos caídos y en otros sitios semejantes. Los juveniles tienden a vivir en inmediata vecindad unos con otros, aunque no en forma gregaria, excepto cuando salen a tomar el sol. En esta edad son depredados por aves, reptiles grandes y felinos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Los autores de este texto han observado que los cocodrilos jóvenes pueden buscar refugio en tubos de drenaje y alcantarillas. En la zona de Puerto Vallarta, Jalisco, se han observado cocodrilos jóvenes que se desplazaron alrededor de dos kilómetros en 12 meses. Un caso notable fue el registro de un juvenil que siguió el curso del arroyo San Sebastián, que desemboca cerca de Puerto Vallarta, por lo que se le observó 25 km río arriba (Cupul *et al*., 2001-2002).

Los adultos suelen habitar los grandes ríos, de allí su nombre común "cocodrilo de río" (Sigler, 1998). Durante una investigación realizada en 15 esteros de Michoacán, Navarro (1999) observó que la mayoría de los adultos se mantenía activa en el agua, lejos de la seguridad que proporciona la vegetación de manglar y de sitios donde podían esconderse. Por otro lado, también son los más tolerantes a la contaminación, Hernández *et al.* (2002) describieron el caso de dos cocodrilos, de 3.4 y 2.0 m de longitud total, respectivamente, que habitaban en pozos de ladrilleras en Puerto Vallarta, donde el agua estaba contaminada

por lixiviados del basurero municipal y los bordes estaban rellenos con basura y escombro.

Los adultos de *C. acutus* son capaces de construir cuevas que les sirven para soportar las variaciones de los factores ambientales, como la disminución en el nivel del agua y las temperaturas extremas. Estas oquedades generalmente son construidas en los bordes de los canales o lagunas, en sustratos reblandecidos por el agua. La entrada y el túnel principal, de forma ovoide irregular, desembocan en una cámara amplia, cuyo tamaño depende de la longitud del cocodrilo. Álvarez del Toro y Sigler (2001) describieron la cueva de un individuo de tres metros de largo, que medía 60 cm en la entrada y 5 m de largo; en estos socavones ellos observaron a un cocodrilo y a varias tortugas juntos.

Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo (1970) mencionaron que el diámetro interior de las cuevas era igual o ligeramente mayor a la longitud del animal, y sólo observaron un individuo por cavidad. David Montes (com. pers.)[1] menciona que las cuevas eran más grandes que el animal y que había suficiente espacio como para que el cocodrilo pudiera dar la vuelta y quedar con la cara hacia la entrada, así como un respiradero en la parte superior que permitía el ingreso de aire cuando la entrada quedaba por debajo del nivel del agua. Hernández *et al.* (1998) describieron la oquedad en la que vivía un organismo de 2.0 m de longitud, que tenía una profundidad de 3.0 m y en la boca 40 cm de ancho, en Bahía de Banderas (Jalisco-Nayarit).

En la UMA-Reptilario Cipactli, los autores de este trabajo observaron un organismo de tres metros de longitud, que excavó una cueva de siete metros de profundidad, 80 cm de diámetro de entrada y 4.0 m de diámetro al final de la cueva, en sustrato limo arcilloso; mientras que en el estero El Salado, de Puerto Vallarta, vigilaron a un organismo de 2.0 m de longitud que escarbó una cueva de tres metros de profundidad, con 40 cm de diámetro en la entrada y 1.5 m en el fondo; en estos dos casos se encontró un cocodrilo por cueva. En contraste, en julio de 2002, en el estero de la Manzanilla, Jalisco, registraron tres cuevas de cocodrilos adultos, en las que había varios individuos de diferentes edades. El sustrato de estas cavidades varió de limo arenoso a limo arcilloso. En dos de ellas la profundidad promedio fue de 6.0 m, el diámetro de entrada de un metro y el diámetro interior de cuatro metros. En esas dos cuevas se encontraron dos organismos adultos de aproximadamente tres metros de longitud, mientras que en la entrada había hasta cinco cocodrilos juveniles de tallas entre 70 y 80 cm; en una de ellas se observó a una hembra con 13 crías, cuyo nido se ubicaba a 30 m de la cueva. En la tercera cueva se observaron dos cocodrilos de 4.0 y 3.0 m de longitud, respectivamente; la profundidad de la cueva era de ocho metros, con un diámetro de entrada de dos metros y un diámetro interior de cuatro metros. Todas las entradas estaban construidas con la intención de que quedaran bajo el nivel promedio del agua, pero se podían observar a simple vista por la escasez de lluvia en la región, sólo en dos cuevas se identificó el respiradero.

Reproducción

El comportamiento reproductivo consiste en el cortejo, la anidación, la eclosión y la emergencia de las crías del nido. El cortejo pasa por una serie de conductas que los organismos realizan antes de la cópula; en la región de Jalisco, Colima y Michoacán, comienza desde los primeros días de diciembre. Los cocodrilos forman grupos de cortejo; en algunos casos los machos se aparean con varias hembras, mientras que en otros, las hembras se mueven libremente entre los territorios de diferentes machos, apareándose con varios de ellos. En el río Cuitzmala, en la costa de Jalisco, los machos dominantes establecen territorios de cortejo cuya superficie puede medir entre 0.1 y 0.9 ha, mientras que la relación machos:hembras es de 1:3-5 (Casas-Andreu y Aguilar, 2002).

Los estudios realizados en México sobre el cortejo en *C. acutus* son escasos; Álvarez del Toro y Sigler (2001) observaron el cortejo en organismos salvajes y en cautiverio, en los esteros de La Manzanilla, Majahuas, laguna de San Juan, Boca Negra y Boca de Tomates, localizados en la costa de Jalisco y en la UMA-Reptilario Cipactli en Puerto Vallarta, y mencionan que los machos lanzan una serie de rugidos que se escuchan a una distancia considerable y que sostienen grandes luchas por las hembras y por el dominio de su territorio; asimismo, que el periodo de cortejo es de diciembre a marzo, aunque el mes en que se presenta la mayor actividad es febrero. Tanto en cautiverio como en vida silvestre se manifiesta por conductas como el golpeteo en el agua con la cabeza, la emisión de infrasonidos por el macho de forma tal que hace saltar el agua que rodea su dorso; los individuos de ambos sexos producen bufidos, nadan juntos y se rozan con la cabeza en diferentes partes del cuerpo. En esta época las parejas reproductoras suelen pasar juntas mucho tiempo. Para demostrar su fuerza y dominio de territorio, los machos inflan el cuerpo durante el nado para aparentar ser más gran-

1. David Montes-Cuevas (2001), Cocodrilario de Chacahua, Oaxaca. DGVS, SEMARNAT.

des y muestran el dorso, arquean el cuerpo de forma tal que sólo es posible ver la cabeza y la punta de la cola. El apareamiento se realiza en el agua y dura 15 minutos aproximadamente.

La temporada de anidación de *C. acutus* en México es entre marzo y mayo, aunque puede iniciar desde febrero. La hembra custodia el nido y asiste a las crías cuando nacen. Las eclosiones ocurren de junio a agosto al inicio de la temporada de lluvias y antes de las grandes crecidas que se presentan de agosto a octubre en la costa del Pacífico (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Martínez, 1991; Álvarez de Toro y Sigler, 2001).

El nido es un hueco que hace la hembra en el suelo de forma diagonal, con respecto a su cuerpo; excava en casi cualquier tipo de sustrato: arenoso, limo arenoso, limo arcilloso, grava, sustratos con vegetación, suelos pedregosos, incluso en material de relleno para los caminos y carreteras. De acuerdo con Casas-Andreu (2003), se ha registrado que el diámetro de la cama del nido es de entre 0.89 a 2.0 m, con profundidades que van de 17 a 68 cm y el diámetro del nido de 25 a 76 cm. En poblaciones silvestres la distancia al agua, la altura sobre el agua, el pH, la humedad del suelo, la cobertura y altura de la vegetación determinan el éxito de la nidada y la supervivencia de las crías (Casas-Andreu, 2003).

La cantidad y el tamaño de los huevos depositados dependen de las características físicas y fisiológicas de las hembras, tales como edad, estadio de madurez, talla, alimentación, estrés ambiental y competencia con otros cocodrilos por el espacio. En México se han registrado nidadas de entre nueve y 60 huevos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970 y Casas-Andreu, 2003). Romero[2] (com. pers.) menciona que en el cocodrilario de la Palma en San Blas, Nayarit, llegaron a registrar nidos de hasta 80 huevos en las temporadas 2002 y 2003. Para el tamaño de los huevos se han registrado diferencias que oscilan entre 69 a 80 mm de longitud por 43 a 53 mm de ancho (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

La incubación varía entre 75 y 90 días con temperaturas que oscilan de 28 a 34 °C, con una media de 30.9 °C. Como en otras especies de reptiles, la diferenciación sexual depende de la temperatura, aunque en este caso las temperaturas altas y bajas producen 100% de hembras, entre 32–33 °C machos y entre 31-32 °C se obtiene 50% de cada sexo (Thorbjarnarson, 1989; Lang, 1992; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

Alimentación y crecimiento

Los neonatos de cocodrilos silvestres comen insectos acuáticos y terrestres, mientras que los juveniles, invertebrados acuáticos (caracoles, camarones, insectos, etc.), peces, ranas, tortugas, aves y pequeños mamíferos. Los adultos se alimentan de peces en mayor proporción, aunque también cazan aves y mamíferos grandes, cangrejos, otros reptiles (Álvarez del Toro y Sigler, 2001) e incluso animales domésticos, como gallinas, cerdos, gatos y perros, por lo que estos últimos eran utilizados como cebo por los cazadores. Los cocodrilos en cautiverio se alimentan con dietas a base de carne de pescado, res y pollo; no obstante, en el reptilario Cipactli se ha visto que son capaces de cazar, ya que cualquier animal silvestre que entra a los acuaterrarios se convierte en su presa.

El crecimiento en longitud y peso depende de la cantidad y la calidad del alimento, la temperatura ambiental, la humedad y del proceso de incubación. Hernández (2002) menciona que la temperatura es un factor determinante en el crecimiento, ya que por debajo de los 24 °C las crías disminuyen su ingesta hasta en 80%, mientras que cuando llega a los 35 °C dejan de comer; la temperatura óptima para ingerir alimento se encuentra entre los 30° y 32 °C.

Las tasas de crecimiento registradas de *C. acutus* menores a un metro (Tabla 1), mantenidos en cautiverio en Jalisco y Nayarit, son similares a las reportadas por Álvarez del Toro y Sigler (2001), aunque menores a las registradas en Florida por Thorbjarnarson (1989). Por otro lado, la tasa de crecimiento diario promedio de 53 ejemplares estudiados por Cupul (2002) fue de 0.674 milímetros por día y la longitud total asintótica, de 5.4 metros. Cabe mencionar que en trabajos de crecimiento y predicción sobre la edad (talla-peso), se requiere contar con mayor número de datos de organismos silvestres y en cautiverio para que la información sea confiable. Los autores de este trabajo están desarrollando investigaciones en este sentido.

Ecología de poblaciones

El estudio de las poblaciones animales se circunscribe a la rama de Ecología de poblaciones, que investiga las causas de la abundancia y la distribución de las especies. Esta información permite diseñar las estrategias de conservación y aprovechamiento de la especie (Hernández *et al.,* 1998). La evaluación de la densi-

2. José de Jesús Romero-Villaruel (2003), Cocodrilario La Palma, Nayarit. DGVS, SEMARNAT.

Tabla 1
Tasas de crecimiento reportadas en Jalisco y otras regiones de México y América

Lugar	*Tasa(s)*	*Autores*	*Observaciones*
Jalisco, México	1.71 cm·mes^{-1} con 75.30 g·mes^{-1}	Hernández (2002)	Cautiverio
Nayarit, México	3.78 cm·mes^{-1} con 202.8 g·mes^{-}	Hernández (1997)	Cautiverio
Costa Rica	1.17 cm·mes^{-1} con 33.68 g·mes^{-}	Piedra *et al.* (1996)	Cautiverio
Manzanillo, Cuba	92.58 g·mes^{-}	Benavides y Fonseca (1999)	Cautiverio
Chiapas, México	4.00, 1.29, 0.77 y 1.68 cm·mes^{-1}	Álvarez del Toro. y Sigler (2001)	Silvestres
Florida, EU.	6.42 y 3.36 cm·mes^{-1}	Thorbjarnarson (1989)	Silvestres

dad de las poblaciones y de la estructura de tallas se realiza mediante avistamientos nocturnos o diurnos, aunque son más efectivos los nocturnos. El método aplicado en estas evaluaciones consiste en observar el reflejo de los ojos de los cocodrilos y mediante el cálculo de la separación entre ambos ojos o de la distancia entre el ojo y el morro del hocico, se estima la talla del animal. El reflejo de los ojos se debe a un pigmento localizado en el fondo del globo ocular llamado *tapetum lucidum*. Los cocodrilos son contabilizados por kilómetro lineal, lo que permite obtener un índice de densidad relativa que se expresa en cocodrilos·km^{-1}. Por otro lado, el número de nidos permite cuantificar a las hembras reproductoras.

Los programas de marcado permiten describir el crecimiento, la dispersión y el uso del hábitat. Las poblaciones de cocodrilos están segregadas en sus áreas de distribución, en zonas de crianza o guardería, reproducción, alimentación y nuevos territorios de reclutas maduros. Es importante mencionar que factores como la temperatura, la disponibilidad de agua, playas, alimento y zonas para anidar en un área determinada, influyen en el número de organismos observados.

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Michoacán

Cedeño (1995) realizó un recorrido por 22 cuerpos de agua distribuidos a lo largo de toda la costa michoacana y registró cocodrilos en siete esteros en los municipios de Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas, en los que observó un total de 121 cocodrilos, de los cuales 12.1% era adulto, 5.6% subadulto, 69.2% juvenil y 13.1% cría (Tabla 2).

Navarro (1999) muestreó en 15 cuerpos de agua en la costa centro y sur de Michoacán y observó co-

Tabla 2
Crocodylus acutus en la costa de Michoacán. (Fuente: Cedeño, 1995 y Navarro, 1999)

Localidad y fuente	*Cocodrilos observados. (núm.)*	*Densidad media (ind·ha^{-1})*	*Nidos (núm.)*	*Crías (núm.)*
Cedeño (1995)				
Estero los Tules	50	-	4	14
Laguna de Mezcala	4	-	---	---
Laguna Colorada	1	-	3	---
Estero de Chucutitán	1	-	---	---
Estero Playa Azul	14	-	---	---
Estero El Pichi	12	-	---	---
Estero Santa Ana	39	-	---	---
Total	121	-	7	14
Navarro (1999)				
Mata de Carrizo	63	1/0.54	---	---
El Pichi	26	1/0.68	---	210
Santa Ana	23	1/0.87	---	---
El Chico	18	1/0.38	---	---
Tupitina	18	1/0.52	---	---
Mexiquillo	7	1/0.88	---	---
Playa Azul	5	1/6.30	---	---
La Huerta	4	1/0.86	---	---
Barra del Tigre	3	1/0.60	---	---
Las Calabazas	3	1/2.17	---	---
Chucutitán	2	1/5.62	---	---
Puente de la Vía	2	1/0.40	---	---
Solera de Agua	1	1/5.40	---	---
Río Teolán	0	---	---	---
Río Nexpa	0	---	---	---
Total	*175*	---	*0*	*210*

codrilos en 13 de ellos; mencionó que sólo cuatro mostraron potencial para mantener y conservar sus poblaciones. En recorridos diurnos y nocturnos, estimó un total de 175 cocodrilos. La proporción que correspondió a cada clase de edad fue de 42.7% adultos, 17.7% subadultos, 20.8% juveniles y 2.8% crías.

Los datos anteriores sugieren que la población de cocodrilos en el estado de Michoacán no supera los 200 organismos, sin contabilizar a las crías, lo que muestra que las áreas han sido fuertemente afectadas de manera negativa por el desarrollo humano (agropecuario, pesquero y urbano) y la explotación a la que estuvieron sujetos en décadas anteriores por la piel. Sin embargo, es factible llevar a cabo proyectos de conservación y restauración de hábitat para un futuro aprovechamiento como lo muestran los trabajos realizados por Cedeño (1995) y Navarro (1999).

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Colima

Álvarez del Toro (1974) menciona que a mediados de la década de los años treinta, *C. acutus* era común en el estado de Colima, principalmente en el río Armería, Boca de Pascuales y la Laguna de Cuyutlán. Castillo (1996, 1997) estimó el tamaño de las poblaciones de los cuerpos de agua El Potrero y Amela. En el primero de ellos, situado en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Manzanillo, calculó una población de 700 organismos, aunque en una noche pudo observar hasta 410 individuos de diversas tallas; contabilizó 10 nidos activos y detectó que predominaron los cocodrilos sub-adultos, debido a la extracción ilegal de los organismos grandes. En la laguna de Amela estimó un tamaño de población de 1 153 organismos, con una densidad de 45 cocodrilos por kilómetro. La población estaba representada por sub-adultos y adultos, e incluso observó un animal de aproximadamente 5.4 m de longitud. La proporción correspondiente a los juveniles fue menor en los sitios con actividad humana. El autor contabilizó siete nidos activos.

Por otro lado, investigadores del Centro Ecológico Cuyutlán, El Tortugario, y de la Universidad de Colima, han realizado estudios desde el verano de 2003 en el área denominada Estero Palo Verde, situada en el último vaso de la laguna de Cuyutlán y cerca del río Armería, en donde se han detectado varios nidos, así como organismos de todas las tallas incluyendo crías; la población estimada en 13 km fue de 120 cocodrilos con una densidad de 2.4 cocodrilos km^{-1} (Rivera, com. pers.[3]).

En los estudios realizados hasta el año 2004 en el estado de Colima, se observó que las poblaciones eran grandes y con una estructura de edades bien definida; sólo la suma de las poblaciones de la laguna de Amela y el estero el Potrero era de 1 853 organismos. Estas poblaciones son un reservorio genético adecuado, que permite planear estrategias para la extracción regulada (denominada *rancheo*) en la zona.

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Jalisco

Álvarez del Toro y Sigler (2001) mencionaron que los cocodrilos en Jalisco eran abundantes a principios del siglo xx, pero que posteriormente las poblaciones menguaron como resultado de la demanda de su piel. Durante 1988 y 1989, Casas-Andreu *et al*. (1990) realizaron muestreos en 22 cuerpos de agua y detectaron cocodrilos en 21 de ellos. Los autores estimaron que la abundancia de la población era de 260 organismos, aunque en el río Cuitzmala registraron 200 individuos.

Hay reportes (*e.g.* Valtierra, 2001) de la zona del río Cuitzmala, incluida en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBChCx), que muestran las fluctuaciones poblacionales de los cocodrilos desde 1988, que sugieren que en los últimos 13 años se ha incorporado mayor número de hembras en edad reproductiva. Sin embargo, la población está en un punto en el que el esfuerzo reproductivo es considerable y el reclutamiento de individuos muy bajo, ya que cada año la pérdida de nidos por depredación natural es alta, al igual que la mortalidad de crías durante los primeros meses de edad.

La época de anidación comienza a finales de abril y se prolonga hasta mediados de mayo; la eclosión de nidos es más abundante en julio. El número promedio de nidos encontrados en los últimos cinco años es de 32, con un máximo de 39. Asimismo, hay registros biométricos de 400 crías y 80 juveniles, lo que permitirá estimar la tasa de crecimiento, la sobrevivencia y la dispersión (Valtierra, 2001).

Ponce y Huerta (1996) reportaron algunos avistamientos en cinco localidades de la costa de Jalisco. Contabilizaron un total de 141 organismos en 1994 y de 84 individuos en 1995, de los cuales 34 fueron adultos en 1994 y siete en 1995.

Hernández *et al.* (1998) calcularon el tamaño de las poblaciones de cocodrilos en 1997 en tres esteros de Puerto Vallarta. En El Salado (área natural protegida) estimaron que había 11 cocodrilos adultos, mientras que en Boca de Tomates y Boca Negra, 42 cocodrilos adultos y 40 crías. En el primer cuerpo de agua sólo encontraron adultos, si bien en los otros dos observaron individuos de todas las tallas y registraron dos nidos.

3. María Cruz Rivera-Rodríguez, Directora del Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario.

Durante el año 2003 los autores de este texto registraron en El Salado, 12 organismos, un nido activo y 16 neonatos; se estimó el índice de densidad relativa en dos cocodrilos km^{-1}. Durante el periodo comprendido entre 1997 y 2003 los cocodrilos adultos encontraron condiciones para reproducirse, lo que garantiza su permanencia en el área.

En un recorrido por cinco localidades de la costa de Jalisco, Ross (2000) observó 155 cocodrilos jóvenes y adultos, pero sólo en dos de ellas, ubicadas en las inmediaciones de Puerto Vallarta, encontró dos nidos y 25 crías. Hernández *et al.* (2001) reportaron el tamaño de población de dos esteros en la costa de Jalisco. Así, en el estero de Boca Negra en Puerto Vallarta registraron 95 animales, incluyendo a las crías, y un índice de densidad relativa de 51 cocodrilos·km^{-1}, mientras que en el estero de la Manzanilla estimaron una abundancia poblacional de 130 animales, sin descartar a las crías, por lo que el índice de densidad relativa fue de 76 cocodrilos·km^{-1}; todas las tallas estuvieron bien representadas en los dos cuerpos de agua. Por otro lado, contabilizaron dos nidos en Boca Negra y cuatro en La Manzanilla. Cupul *et al.* (2002) estimaron el tamaño de población del estero de Boca Negra en 89 cocodrilos, pero sin las crías este número se redujo a 27; el índice de densidad relativa fue de 51 cocodrilos·km^{-1}, y sin las crías, de 18 cocodrilos·km^{-1}. Cupul *et al.* (2003) estimaron el tamaño de población para los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates con un máximo de abundancia de 47 individuos.

Los estudios realizados en siete cuerpos de agua de la costa de Jalisco sugieren que la población está formada por un número variable entre 800 y 900 cocodrilos y aproximadamente 50 nidos activos (Tabla 3); no obstante, aún falta información de 14 humedales más, por lo que debe crearse una estrategia que permita manejar a la especie en el largo plazo. Cabe destacar que ha habido considerables avances en los últimos 13 años, sobre todo en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en los esteros de Puerto Vallarta.

Tabla 3
Censos de *Crocodylus acutus* de 1988 al 2001 en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en la costa de Jalisco

Autor	*Localidad*	*Año del censo*	*Población total (núm.)*	*Tasa de encuentro (ind·km^{-1})*
Casas-Andreu y Méndez (1992)	Chamela-Cuixmala	1988	169	29.3
Casas-Andreu y Méndez (1992)	---	1989	64	12.3
Lazcano (1989)	---	1989	31	---
De Luna (1995)	---	1992-1993	356-146	---
Valtierra y García (1997)	---	1992, 1993	350	---
Valtierra y García (1997)	---	1997	450	---
Thorbjarnarson (1998)	---	1998	500-600	14.0
Valtierra (2001)	---	2001	500-600	---
Autor	*Localidad*	*Año del censo*	*Adultos (núm.)*	*Cocodrilos observados (núm.)*
Ponce y Huerta (1996)	Laguna del Tule	1994	3---0	10---0
Ponce y Huerta (1996)	La Manzanilla	1994	23--0	62---0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0---5	0---16
Ross (2000)		2000	0	30
Hernández *et al*. (2001)		2001	22	76
Ponce y Huerta (1996)	Majahuas	1994	0	20---0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0	0---33
Ross (2000)		2000	0	25
Ponce y Huerta (1996)	Boca de Tomates/B. Negra	1994	4---0	36—0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0---2	0---35
Hernández *et al*. (1998)		1997	9	82
Ross (2000)		2000	0	15
Hernández *et al*. (2001)		2001	7	51
Cupul *et al.* (2002)		2002	0	51
Cupul *et al.* (2003)		2003	0	47
Ponce y Huerta (1996)	El Salado	1993	4---0	13---0
Hernández *et al*. (1998)		1997	11	11
Ross (2000)		2000	0	20
Autores de esta tabla		2003	0	12

Historia, protección y explotación de los cocodrilos en México

Los cocodrilos fueron considerados como deidades entre las culturas prehispánicas de México y formaban parte de su cosmovisión (Martín del Campo, 1937). El cocodrilo (*Crocodylus* spp.) era el primero de los signos del calendario ritual de los nahuas (*Cipactli*); el nombre que se les daba a los cocodrilos era *Acuezpalli*, que significa lagartija de agua. Los mayas conocían a los cocodrilos como *Itzam Cab Ain*, que significa lagarto-cocodrilo terrestre o dragón-cocodrilo terrestre.[4]

El conocimiento sobre los cocodrilos entre los siglos XVI y XIX se debe a frailes (entre ellos fray Toribio y fray Plinio) y naturalistas (como Alexander von Humboldt y Alfredo A. Dugés), obtenido en exploraciones en los ríos y esteros (Trabulse, 1984), y era referente a la descripción biológica, taxonómica y del hábitat de las especies. No obstante, una vez que se reportó la presencia de los cocodrilos, todos los esfuerzos se enfocaron a su explotación, de modo que hasta hace algunos años existía una actividad económica de relativa importancia, producto del aprovechamiento de su piel, principalmente en los estados costeros de Campeche, Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Sin embargo, esta actividad decayó debido al decremento de las poblaciones silvestres, causado por el deficiente manejo, la falta de regulación, la poca vigilancia y la sobreexplotación (INE-SEMARNAP, 1997).

En 1968 el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMRNR) y el Instituto de Ciencias Naturales de Chiapas obtuvieron un donativo del World Wildlife Fund (WWF), lo que dio inicio las actividades de investigaciones sobre *Crocodylus moreletii* en el Parque Zoológico de Chiapas, ya que esta especie era la que se encontraba en situación más crítica. A su vez, el mismo IMRNR y la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, planearon una investigación sobre la restauración en la escala comercial de las poblaciones de cocodrilianos, y experimentaron sobre su propagación en cautiverio, lo que dio origen a los primeros estudios sistemáticos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) sobre las tres especies que habitan en México. A partir de esos trabajos se escribieron dos libros *Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos* (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) y *Los crocodylia de México* (Álvarez del Toro, 1974).

Desde el año de 1934, el gobierno Mexicano declaró la veda para captura de cocodrilos en varios estados del país, pero fue hasta 1970, cuando se decretó la veda total y permanente para las tres especies. A partir de la década de los años setenta se iniciaron los programas de conservación y reproducción, y durante los ochenta se estimuló el establecimiento de criaderos intensivos con fines comerciales para regular la explotación del recurso (INE-SEMARNAP, 1997).

Explotación histórica

En México la explotación del cocodrilo fue intensa durante las primeras décadas del siglo XX en toda la costa mexicana. En el litoral centro-occidente se destacó la producción de Jalisco y Colima, aunque en la costa de Michoacán todavía se relata sobre la caza del lagarto o caimán. En los tres estados aún hay curtidores que se dedicaron a trabajar la piel del *C. acutus*. Aunque no se cuenta con datos precisos, se sabe que por muchos años la piel de cocodrilo proveniente de Manzanillo, Colima, sostuvo el mercado en Guadalajara, Jalisco y León, Guanajuato. Por otro lado, a principio del siglo, las pieles de cocodrilos cazados en la Bahía de Banderas, Jalisco, y Nayarit, eran exportadas a Estados Unidos y Alemania (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro y Sigler, 2001; Rodríguez, 1996; INE-SEMARNAP, 1997).

Actualmente existe un amplio mercado para los productos. La piel continúa teniendo gran demanda en la industria peletera internacional para la elaboración de un sinnúmero de objetos, mientras que su carne es un platillo muy apreciado en algunos países (INE-SEMARNAP, 1997). *C. moreletii* es una especie que se adapta bien al cautiverio, con pocos requerimientos para su producción (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), y puesto que su piel es muy valiosa, es el cocodrilo mexicano con mayor valor económico.

C. acutus también ha sido perseguido por su piel, y aunque es de menor calidad que la del cocodrilo de pantano, es mejor que la de otros cocodrilianos que se explotan económicamente en el mundo; no obstante, es necesario crear estrategias que permitan aprovecharlo ya que es la especie menos investigada.

Una forma de proteger este recurso es involucrar a todos los sectores, principalmente a los habitantes de las zonas con cocodrilos, ya que si ellos ven que es redituable, serán los primeros en protegerlo y conservarlo para su futura explotación.

4. Información obtenida en las páginas web de la CONACULTA *http://www.cnca.gob.mx/mayach/03.html* y *http://www.conaculta.gob.mx/templomayor*

Protección y estatus legal

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002), protege a todos los cocodrilianos mexicanos y los considera como especies *Sujetas a Protección Especial*; esto indica que su aprovechamiento está limitado por lo reducido de sus poblaciones, la distribución geográfica es restringida o para propiciar su recuperación y conservación, así como la de especies asociadas.

En el contexto internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), los considera dentro del Apéndice I, lo que indica que se prohíbe el comercio internacional, salvo si se efectúa con fines no comerciales (alrededor de 510 animales por año). La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), considera a la especie como "Vulnerable (VU A1 ac)", es decir, el taxón que no está en peligro crítico, pero cuya probabilidad de extinción es elevada en el mediano plazo debido a una reducción de la población de la especie de 20% en tres generaciones, comprobado por observación directa de la población y por la reducción, fragmentación o declinación en la calidad del hábitat (IUCN,[5] 2004).

El Programa 1997-2000 de Conservación para la Vida Silvestre y Diversificación Productiva del Sector Rural elaborado por la SEMARNAP, considera prioritaria la conservación de la especie *C. acutus*. En este programa, el 24 de septiembre de 1999, quedó constituido oficialmente el Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), que agrupa a diferentes sectores académicos, gubernamentales, privados y organizaciones no gubernamentales. Hasta el año 2004 se habían llevado a cabo seis reuniones nacionales (INE-SEMARNAP, 1999).

Problemática y relación entre el hombre y el cocodrilo

Fragmentación de hábitat

Desde hace 200 millones de años los cocodrilianos habitan la faz de la tierra, pero sólo en los últimos dos siglos el hombre ha acabado con grandes extensiones de lo que solía ser su hábitat. El ambiente de los cocodrilos en la región de Jalisco, Colima y Michoacán ha sido fragmentado como resultado del desarrollo urbano, agropecuario, acuícola y de la pesca ribereña. Sin embargo, como estos organismos tienen la capacidad de sobrevivir en áreas modificadas, se ha podido observar algunos de ellos en campos de golf y en las áreas aledañas a las pistas de aeropuertos en Manzanillo y Puerto Vallarta, así como en lagos artificiales y charcos que se forman durante la temporada de lluvias e inundaciones. Los cocodrilos también pueden habitar en sitios modificados o contaminados por aguas residuales y basura, tal es el caso de las ladrilleras en Puerto Vallarta donde, de acuerdo con los conteos que los autores de este documento realizaron entre 1997 y 2003, existían 13 cocodrilos entre jóvenes y adultos. Debido a que el hombre ha colonizado estas áreas, ahora tiene que coexistir con el cocodrilo, lo cual no siempre resulta conveniente para ambos.

Los ataques de cocodrilos a humanos, registrados por los autores entre 1993 y 2004, en Jalisco fueron: cuatro en Puerto Vallarta, uno en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, uno en Boca de Iguanas y dos en Tomatlán. En Michoacán se reportó uno en el estero Santa Ana. Ninguno de estos ataques fue fatal y sólo en un caso hubo lesiones graves. Por otro lado, se registraron seis ataques de cocodrilos a fauna doméstica.

En comparación, los registros de ataques de humanos a cocodrilos fueron los siguientes: 12 cocodrilos lastimados en Puerto Vallarta y 41 muertos, de los cuales uno fue cazado en Tomatlán y el resto en la Manzanilla. En 2003, los autores de este texto detectaron dos cocodrilos atropellados en la vecindad de las ladrilleras de Puerto Vallarta, de 1.7 m y 2 m de longitud, respectivamente. También es usual que cuando son pequeños se les capture para mantenerlos como mascotas, o para el tráfico ilegal: Posteriormente, cuando crecen, se constituyen en un problema para sus poseedores y su vecindario.

No obstante, es posible coexistir en armonía con ellos, como es el caso de los habitantes de La Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco, donde los miembros de la Cooperativa Ecoturística Cipactli, realizan recorridos turísticos y explican la ecología de los cocodrilos.

El COMACROM (2001), propone las siguientes estrategias para solucionar la problemática entre hombre y cocodrilo:

- Generar información que se difunda por medio de trípticos o folletos sobre la biología, el comportamiento y la importancia de estos animales.
- Colocar en los lugares adecuados, letreros y señalizaciones con información preventiva que advierta a las personas sobre la presencia de animales peligrosos.
- Realizar prácticas de divulgación, como pláticas, videos, programas de radio y televisión. La au-

5. IUCN Red List of Threatened Species *http//:www.redlist.org*

diencia más importante la conforman los niños de los lugares aledaños a zonas habitadas por cocodrilos.

Acuicultura y Pesquerías.

La pesquería ribereña está directamente relacionada con los cocodrilos, ya que algunos artes de pesca, como las redes agalleras, las redes fijas (conocidas comúnmente como *tapos*), los corrales y los copos, capturan incidentalmente crías y juveniles, que se ahogan al no poder escapar (Martínez *et al*., 1997). Por otro lado, los cocodrilos jóvenes y adultos rompen estos artes cuando se alimentan, lo que genera una situación de conflicto entre pescadores y estos reptiles.

Los sitios donde los pescadores utilizan la atarraya también son zonas de alimentación de cocodrilos de todas las tallas, por lo que es frecuente que los animales que quedan temporalmente atrapados las destrocen. Algunas veces, los cocodrilos jóvenes son confundidos con peces grandes como róbalos y pargos en los estuarios, cuando se pesca con arpón.

Las granjas de acuicultura en la región cultivan invertebrados (camarón y langostino) y peces (tilapias y bagres), por lo que cocodrilos de todas las tallas acuden a ellas para alimentarse, lo que ocasiona grandes pérdidas. Varios cocodrilos pueden acabar con la producción de los estanques en pocas semanas. La mella económica es muy alta si se considera que una colonia de reproductores de tilapia (tres hembras y un macho) importados, tiene un costo que oscila entre los 200 y 350 dólares, y aún más, si está compuesta por organismos genéticamente modificados, en cuyo caso pudiera alcanzar los 1 000 dólares. En función del número de organismos consumidos, el costo puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque (Campos-Arciniega,[6] com. pers.).

En los cultivos que utilizan jaulas flotantes para la engorda de tilapia, los cocodrilos las destruyen y con ello causan pérdidas en infraestructura, además de las ocasionadas al consumir el producto que se encuentra en su interior, o por la fuga de los peces (Hernández-Díaz,[7] com. pers.). El costo de una jaula flotante, que varía según las dimensiones y el material de construcción, entre $6 000 y $65 000, pudiera ser un motivo para la matanza de cocodrilos de todas las edades. Castillo (2001) reportó que en la laguna de Amela, Colima, hubo una extracción de 100 a 130 cocodrilos en un periodo de 15 meses, entre 1998 y 1999, con tallas entre 1.8 y 2.5 m, como consecuencia de dos ataques por parte de los cocodrilos a las jaulas flotantes de una granja de peces.

En el caso de las granjas de camarón y langostino de la zona, los productores señalan a los cocodrilos como consumidores de los organismos en cultivo; sin embargo, este daño no ha sido cuantificado. El costo de un kilo de langostinos o de camarón a pie de granja es de aproximadamente 65 pesos (MN), y un cocodrilo adulto puede consumir hasta cuatro kilogramos por día; lo que significaría, dependiendo del número de individuos involucrados, entre 300 y 800 pesos por ataque.

Por el contrario, Cifuentes-Lemus *et al.* (1999) mencionan que la acuicultura, además de contribuir al aumento de las poblaciones acuáticas, puede servir para ayudar a conservar las especies que, por haber estado expuestas a una excesiva explotación, se hallan en peligro de extinción, como es el caso de los cocodrilos mexicanos. Por ello se plantea que la mejor solución para evitar la extinción de estas especies es su crianza por el humano.

Introducción de otras especie de cocodrilianos en áreas silvestres

La mayoría de los criaderos de cocodrilianos en México está enfocada a *Crocodylus moreletii*, lo que ha propiciado que ésta especie se introduzca en cualquier parte del país con algunas consecuencias negativas, como la dispersión de parásitos, el desplazamiento de especies nativas, la perdida genética por hibridación y la modificación en la cadena trófica. Un reordenamiento en las disposiciones para el establecimiento de nuevos criaderos debe considerar el mantenerlos dentro de su área de distribución natural, ya que hay suficientes reportes de cocodrilos de pantano que sobreviven en buenas condiciones de salud individualmente o como pequeños grupos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

En los estados de Colima y Michoacán el COMACROM (2001) reporta que en la UMA de Alcozahue, Colima, se mantienen ejemplares de *C. moreletii* en simpatría con *C. acutus*. y que la situación generó una problemática ambiental, ya que se observaron 40 nidos de *C. moreletii*, por lo que se formó un grupo de trabajo para atender esta situación; las acciones realizadas consideran las perspectivas social, política, legal, económica y ambiental. Investigadores del CET-MAR de Lázaro Cárdenas acudieron a los esteros cercanos a esa ciudad de Michoacán, ya que se detectaron algunos ejemplares de *C. moreletii*; cabe mencionar que el genuino interés por proteger a los

6. Joaquín Campos-Arciniega. Director del Centro Acuícola de Potrero Grande, Col. CONAPESCA/SAGARPA.
7. Arnulfo Hernández-Díaz. Director del DEDSZC de la UdeG, Melaque, Jal.

cocodrilos de la zona y por la recuperación de la especie introducida, animó a esta institución educativa a conformar una UMA dentro de sus instalaciones.

Las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos

El Programa de Conservación de la Vida Silvestre y la Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000, proporciona los argumentos técnicos y administrativos necesarios para manejar el hábitat mediante la creación de unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), cuyo objetivo es desarrollar planes de manejo enfocados al mejoramiento de los ecosistemas para favorecer la conservación y el aprovechamiento de las especies que en ellos habitan (INE-SEMARNAP, 1997).

El gobierno federal integró todos los criaderos, zoológicos, exhibiciones particulares y públicas que cuenten con cocodrilos en cautividad en esta categoría, y los clasificó como UMAS intensivas.

Las UMAS donde se reproducen cocodrilos en condiciones controladas permiten la obtención de datos biológicos y el seguimiento de sus actividades productivas y de conservación. En la *tabla 4* se describen las UMAS que mantienen cocodrilos en cautividad en los tres estados del Pacífico occidental mexicano.

En Michoacán hay dos zoológicos con cocodrilos y se han creado cuatro UMAS intensivas en los últimos seis años. Por otro lado, la Universidad Michoacana está llevando a cabo un proyecto de conservación de cocodrilos en humedales costeros de la costa en Coahuayana, relacionado con el establecimiento de una UMA extensiva con fines ecoturísticos y de crianza para repoblación de otras áreas (COMACROM, 2001).

En el estado de Colima hay tres UMAS y un zoológico con ejemplares de cocodrilos, aunque sólo una UMA ha realizado estudios para la comercialización y la explotación de las poblaciones silvestres (rancheo). En el estado de Jalisco hay tres UMAS y tres zoológicos que mantienen a la especie. Destacan los trabajos realizados en la UMA-Reptilario Cipactli, ya que han contribuido a la investigación de *C. acutus*, sobre aspectos de reproducción en cautiverio, etología reproductiva, crecimiento, dietas en cautiverio, rescate, rehabilitación, casos clínicos veterinarios, parasitología y un programa de educación ambiental que atiende en promedio a 5 000 niños al año.

Es importante que las UMAS de la zona lleven a cabo investigaciones que permitan interpretar lo que sucede en la vida silvestre y se creen las bases para su posible explotación en cautiverio. Los zoológicos también deben sumarse al esfuerzo de la conservación del *C. acutus,* de una forma más activa en la investigación de los cocodrilos en su ambiente.

Conclusiones

Los trabajos sobre *Crocodylus acutus* en la región aún son escasos, por lo que hacen faltan más estudios sistemáticos sobre la biología de la especie, lo cual es fundamental para entender la problemática y crear estrategias de conservación en la región.

El análisis de los estudios realizados por los diferentes autores, indica que en 12 cuerpos de agua de la región, la población de *Crocodylus acutus* estimada fluctúa entre 2 500 y 2 800 cocodrilos de todas las edades, y que no se tienen registros sistemáticos de 36 cuerpos de agua.

Los estudios de las poblaciones muestran que hace falta realizar investigaciones en tres cuartas partes de los cuerpos de agua de la región. Conocer la situación de estos cuerpos es imprescindible para la planeación de estrategias de aprovechamiento extractivo.

Los resultados publicados por los diferentes autores señalan que los esteros de Amela y Potrero Grande en Colima, así como La Manzanilla y Cuitzmala en Jalisco, mantienen poblaciones silvestres con un número de organismos suficiente para considerarlas saludables.

La explotación del recurso fue redituable a lo largo de la historia por lo que en la actualidad podría aprovecharse el antiguo mercado para su comercialización.

Las interacciones negativas entre humanos y cocodrilos en la región, de 1993 a 2004, incluyeron 11 ataques a humanos o sus intereses, de los cuales un solo caso fue grave. En contraparte, se han registrado 155 cocodrilos capturados, lastimados o cazados por humanos. Estos encuentros seguirán aumentando debido a que las áreas naturales continúan siendo fragmentadas por la urbanización, el incremento de las actividades pesqueras, la acuicultura y del desarrollo agropecuario.

Los artes de pesca ribereña afectan a crías y cocodrilos jóvenes, ya que éstos quedan atrapados; los cocodrilos adultos ocasionalmente destrozan las redes y atacan a los pescadores.

La acuicultura de especies de peces e invertebrados ha sido afectada económicamente por los cocodrilos, ya que éstos se alimentan de los organismos cultivados. En el caso de peces, la cifra puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque, y en el caso de

Tabla 4
Cocodrilianos en zoológicos y UMAS en la Región del Pacifico Occidental de México

Clave de registro	*Nombre*	*Representante Legal o Responsable Técnico*	*Localidad*	*Especies*
INE/CITES/DGVS-ZOO-E-0066-99-MICH.	Zoológico Parque Amanecer.	C. Jorge Luis Castañeda-Castillo, MVZ. Germán Gil-Uribe	Apatzingán, Mich.	*C. acutus*
DFYFS/ZOO-E-0026-99-MICH.	Zoológico Benito Juárez	Cap. Armando Coello-Arroyo, MVZ. Eugenio Vázquez	Morelia, Mich.	*C. moreletii* y *C. acutus*
DFYFS-ZOO-E-0030-99/JAL.	Zoológico de Guadalajara	MVZ. Francisco Rodríguez-Herrejón y MVZ. Pablo Varela, MVZ. José Luis Rodríguez-Ávila	Guadalajara, Jal.	*C. moreletii* y *C. acutus*
DFYFS-ZOO-P-0020-98-JAL.	Zoológico Quinta el Pedregal	Dr. Elías Alfonso Centeno-Palos MVZ. José Rodríguez-Frías	Unión de San Antonio, Jal.	*C. moreletii*
DFYFS-ZOO-E-0002-98-JAL.	Zoológico Villa Fantasía.	Lic. Pablo Aguilar-Lucio, MVZ. Roberto Plascencia-Pérez	Zapopan, Jal.	*C. moreletii*
CET-MAR SUP. 6.1 HA	INE/CITES/DGVS-CR-IN-0291-MICH./98	Ma. Esther García-R. y Edvino Larumbe	Lázaro Cárdenas, Mich.	*C. moreletii* y *C. acutus*
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0438-MICH/98	Estero Mata de Carrizo y Santa Ana Sup. 54 ha	Sin designar	Lázaro Cárdenas, Mich.	*Crocodylus* sp.
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0460-MICH./99	El Caimán Sup. 2 ha	Biol. Jorge Cuevas-S.	Lázaro Cárdenas, Mich.	*C. acutus*
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0636-MICH/00	Zoocriadero El Sabino. Sup. 1.1 ha	Humberto Contreras-Vieyra	Uruapan, Mich.	*C. acutus* *C. moreletii*
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0750-COL./01	Centro Ecológico Cuyutlán El Tortugario Sup. 2.3 ha	Dra. María Cruz Rivera-Rodríguez	Armería, Col.	*C. acutus*
SEMARNAT-UMA-IN-0010-COL/202	Lagunas de Monte Grande Sup. 3 ha	M. C. Francisco Alexis Castillo-Soriano	Colima, Col.	*C. acutus*
INE/CITES/DFYFS-CR-IN-0065-COL.	Laguna de Alcozahue, S.C.L. Soc. Pesquera. Sup. 1.08 ha	MVZ Juan Andrés Espíndola-Villaron	Tecomán, Col.	*C. moreletii* *C. acutus*
SEMARNAT-UMA-IN-0025-JAL	Criadero de Fauna Dr Martín González Ramírez. Sup. 1.42 ha	Julián Martín Morales-Vázquez	Tomatlán, Jal.	*Crocodylus* sp.
DGVS-CR-IN-0682-JAL./00	Lagunas Sierra Madre Sup. 0.75 ha	Sin designar	Puerto Vallarta, Jal.	*C. moreletii* *C. acutus*
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0610-JAL./00	Centro Universitario de la Costa- Reptilario Cipactli. Sup. 0.25 ha	Ocean. Rafael García de Quevedo Machain, Biol. Helios Hernández-Hurtado y Biol. Pablo Hernández-Hurtado.	Puerto Vallarta, Jal.	*C. acutus*

Fuentes: Muñiz y López-Vazquez, 2005; Archivos de la presidencia del COMACROM, Material inédito.

camarón y langostino entre 300 y 800 pesos. Es necesario estudiar estos conflictos para solucionarlos.

El problema de especies introducidas, como es el caso de *Crocodylus moreletii*, está muy localizado. En Lázaro Cárdenas, Michoacán, se capturó a los organismos de vida silvestre. En el caso de la laguna de Alcozahue, Colima, existe el riesgo de posible hibridación entre *C. acutus* y *C. moreletii*; la SEMARNAT y el COMACROM están instrumentando la estrategia para remediar esta problemática ambiental.

En la región existen seis zoológicos, 10 UMAS intensivas y una extensiva, que mantienen cocodrilos. Estas unidades son una estrategia adecuada para la conservación de la especie, ya que cada una puede recibir hasta 5 000 niños al año, para conocer al cocodrilo y su problemática.

Algunas zonas presentan características para el desarrollo de UMAS extensivas en las cuales se proteja el hábitat de la especie. Debe tomarse en cuenta que los cultivos de cocodrilos pueden ser fuente alternativa de ingresos para la economía regional.

Referencias bibliográficas

ÁLVAREZ DEL TORO, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. México. 70p.

ÁLVAREZ DEL TORO, M. y L. Sigler. 2001. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. PROFEPA. México. 134p.

Benavides, R. y N. Fonseca. 1999. Enriquecimiento dietético y su efecto sobre el crecimiento del *Crocodylus acutus* en el zoocriadero de Manzanillo. Informe interno: Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. Microestación de Biológica, Zoocriadero de Cocodrilos Manzanillo. Cuba. pp. 3-11.

Casas-Andreu, G. 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 89: 111-127.

Casas-Andreu, G. y X. Aguilar. 2002. *Crocodylus acutus* Cuvier, 1987. Caimán. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, unam. México. pp. 293-295.

Casas-Andreu, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. *Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos*. Instituto Nacional de Investigación Biológico Pesqueras. Secretaría de la Industria y Comercio. México. 50p.

Casas-Andreu, G. y F. Méndez. 1992. Observaciones sobre la ecología de (*Crocodylus acutus*) en el río Cuitzmala, Jalisco, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural,* 43:71-80.

Casas-Andreu, G. y T. Reyna. 1994. Climate and distribution of *Crocodylus acutus* in the mexican Pacific coast. *Biogeographica*, 70(2):69-75.

Casas-Andreu, G., T. Reyna y F. Méndez. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 41:57-62.

Castillo, F. 1996. American crocodile in the central Pacific region (Mexico). *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 15(3):12-13

Castillo, F. 1997. *Observations on two american crocodile population in Colima state, Mexico, with possible management implications*. Tesis de maestría en Ciencias, Auburn University, Alabama, eu. 130p.

Castillo, F. 2001. Effects of a submerged net on population size and structure of an American crocodile population (*Crocodylus acutus*) in lake Amela, Colima, Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 20(4):86-92.

Cedeño, J. 1995. *Distribución y situación actual de* Crocodylus acutus Cuvier *(1807) (Reptilia: Crocodylidae) en la costa de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo Michoacán, México. 58p.

Cifuentes-Lemus J.L., P. Torres y M. Frías. 1999. *El océano y sus recursos*. vi Acuicultura. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 127-132.

comacrom. 2001. *Memorias iii Reunión comacrom*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Culiacán, Sinaloa, México. 137p.

Cupul, F., 2002. Edad del cocodrilo de río, *Crocodylus acutus*, usando el modelo de Von Bertalanffy. *Bol. Soc. Herpetol. Mex*., 10(2):47-50.

Cupul, F., H. Hernández, A. Rubio, R. García de Quevedo-Machain, L. González y A. Reyes. 2001-2002. Conservación de un reptil prehistórico en la Bahía de Banderas. *Revista de difusión de investigación científica*, 3(1-2):59-64.

Cupul, F., A. Rubio y A. Reyes. 2003. American crocodile in Puerto Vallarta, México. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 22(2):17-23.

Cupul, F, A. Rubio, A. Reyes y H. Hernández. 2002. Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en estero Boca Negra, Jalisco. *Ciencia y Mar*, 6(16):45-50.

De Luna, O. 1995. *Fluctuación de la densidad de una población de (*Crocodylus acutus*) en Cuitzmala, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, uaem, Toluca. México. 70p.

dof. 2002. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, México Marzo 6, 2002.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto de Geografía. unam. México. 246p.

Hernández, H. 1997. *Recomendaciones para el desarrollo de un centro de acopio de cocodrilos en el Rancho Ecológico El Quelele, Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit*. Tesis de licenciatura. UdeG. Guadalajara. 70p.

Hernández, P. 2002. *Crecimiento somático en crías y neonatos de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*, Cuvier, 1807) en cautiverio en la uma Reptilario Cipactli, Puerto Vallarta, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. itmar 6, Bahía de Banderas, Nayarit. 37p.

Hernández, H., F. Cupul., G. Estrada y J.C. Rodríguez. 1998. Los cocodrilos del delta del río Ameca. *Revista Divulgare*, 22:16-27.

Hernández, H., F. Cupul, L. González, A. Rubio, A. Reyes, R. García de Quevedo, S. Gómez, P. Hernández, B. Cruz y O. Barragán. 2001. Resultados de exploraciones sobre las poblaciones de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en los esteros Boca Negra y La Manzanilla, Jalisco, México. *Memorias iii Reunión del comacrom*. Culiacán, Sinaloa, México. 53p.

Hernández, H., L. González, Sociedad Cooperativa Cipactli, A. Andrade, E. Torres y C. Reyes. 2002. Problemática de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807), en el estero de la Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco. *Memorias de la iv Reunión de Trabajo del comacrom.* Campeche. 16p.

ine-semarnap. 1997. *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000*. ine-semarnap, México.

ine-semarnap. 1999. *Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (comacrom*). semarnap. México. 93p.

Lang, J. 1992. *Determinación del sexo. Cocodrilos y Caimanes.* Materia Viva. Singapur, 120p.

Lazcano, M. 1989. *Report on the Status and Conservation of the American crocodile in Cuixmala, Jalisco, Mexico*. Informe interno: Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. 15p.

Martín del Campo, R. 1937. Los batracios y los reptiles según los códices y relatos de los antiguos mexicanos. *Anales del Instituto de Biología unam*, México, 7(4):489-512.

Martínez, J.A., 1991. *Comportamiento sexual de* Crocodylus acutus *(Cuvier, 1807) en cautiverio.* Tesis de Licenciatura. UdeG. Guadalajara. 80p.

Martínez, J, E. Naranjo y K. Nelson. 1997. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodylus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Vida Silvestre Neotropical*, 6(1-2):21-28.

Mazzotti, F. 1992. *Anatomía y fisiología. Cocodrilos y Caimanes*. Materia Viva. Singapur. pp. 42-57.

Muñiz, C.M.I. y M.P. López-Vázquez. 2005. Avances y estrategias para la conservación y manejo de los crocodylia en México. Grupo Especialista en Cocodrilos, 2003. T*aller Internacional para el Manejo y Comercio de Caiman yacaré.* Gainesville, Proceeding de la Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo Especialista en cocodrilos, Santa Fe. Argentina. pp:84.

Navarro, M., 1999. Distribución, abundancia y caracterización de hábitat del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la costa

centro-sur de Michoacán. *Memorias I Reunión del* COMACROM. INE. México. pp. 31-37.

PIEDRA, L., J. Bolaños y J. Sánchez, 1996. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.,* 44(3):1-8.

PONCE, P. y S. Huerta.1996. Contribution to the status of caiman or river crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Jalisco coast, Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 15(2):18.

RODRÍGUEZ, R. 1996. *Pescadores del Rosita*. El Colegio de Jalisco. Jalisco. 112p.

ROSS, P., 2000. American crocodile on the Jalisco coast. *Crocodile Specialist Group Newsletter,* 19(2):17-19.

RZEDOWSKI, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432p.

SIGLER, L. 1998. *Conservación y Manejo de* Crocodylus acutus *en México*. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 24p.

THORBJARNARSON, J.B. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. En: Crocodiles their ecology, management and conservation. IUCN. *Publication New Series,* pp. 228-259.

THORBJARNARSON, J.B. 1998. Crocodiles in the Chamela-Cuixmala biosphere reserve, Jalisco, Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter,* 17(4):19.

TRABULSE, E. 1984. *Historia de la Ciencia en México, estudios y textos del siglo XVII*. Conacyt, Fondo de Cultura Económica. México. 298p.

VALTIERRA, M. 2001. Estado actual de la población de *Crocodylus acutus* en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala; trece años de protección: recomendaciones para un manejo sostenible. SEMARNAT, COMACROM. En: *Memorias de la III Reunión del COMACROM*. Culiacán. pp. 61-68.

VALTIERRA, M. y A. García. 1997. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y la Conservación de una Población de *Crocodylus acutus* en la Costa de Jalisco, México. *Memorias de la IV Reunión del CSG*. Villahermosa, Tabasco, México. Centro Regional de Innovaciones Agroindustrial. México. pp. 221-227.

Conservación y protección de la tortuga marina en la costa de Manzanillo, Colima, durante cuatro temporadas de desove (2001–2004)

Sonia I. Quijano Scheggia[*]
Aramis Olivos Ortiz[*]
Juan H. Gaviño Rodríguez[*]
Marco Antonio Galicia Pérez[*]
María Teresa Ruiz Vallejo[**]
Roxana Pérez López[**]

Resumen

El campamento tortuguero de la playa Salahua (municipio de Manzanillo, Col.) desde el año 2001 protege las playas de anidación de Campos, Peña Blanca y la bahía de Manzanillo. Durante cuatro temporadas de anidación el campamento ha protegido 1 108 nidos y liberado 79 860 crías con un índice de avivamiento promedio de 73.09%. También ha propiciado la realización de proyectos de investigación sobre la biología y el manejo de las especies que arriban a las costas de Manzanillo. Otro de los objetivos del campamento ha sido informar al público en general y a la niñez en particular, sobre la problemática de las tortugas marinas mediante pláticas durante las liberaciones diarias de crías; impartir cursos a niños de la localidad en las instalaciones del campamento y realizar visitas a las escuelas de educación primaria y secundaria del municipio.

Palabras clave: Campamento tortuguero, protección, índice de avivamiento, investigación, educación ambiental.

Introducción

Las playas arenosas y aguas cálidas con que cuenta México proporcionan las condiciones ideales para la anidación de tortugas marinas, por lo que diez de las once especies y subespecies arriban a ellas. En nuestro país las tortugas marinas han tenido usos y valores importantes (consumo directo, artesanal y místico) entre las poblaciones ribereñas e indígenas costeras desde la época prehispánica (Márquez, 1996). A partir de la década de los sesenta la demanda de piel de tortuga marina se incrementó de manera exponencial debido al declive de las poblaciones de cocodrilos y a que se descubrió que la piel de los quelonios poseía características apropiadas para la industria peletera. Actualmente, la mayoría de las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas está muy diezmada, como resultado de la interacción de factores tales como la pesca incidental, el saqueo de las nidadas, la captura y el sacrificio de hembras anidadoras, la alteración o la destrucción del hábitat de anidación por el desarrollo urbano y turístico poco planificado (SEMARNAP-INE, 2000).

En la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (DOF, 1994), siete especies de tortuga marina están en la categoría de "peligro de extinción" (SEMARNAP-INE, 2000). En 1990 se decretó la veda total y permanente para estos reptiles marinos, como parte de las medidas de protección que se tomaron cuando se reconoció el estado crítico en que se encontraban las poblaciones; asimismo surgieron los campamentos tortugueros con el objetivo de proteger a las hembras, los huevos y las crías en las playas de anidación (SEDUE/SEPESCA, 1990a).

A las costas de Colima, México, arriban tortugas de las especies *Chelonia agassizzi*[1] (prieta)*, Lepidochelys olivacea* (golfina) *y Dermochelys coriacea schlegelii* (laúd)*,* de las cuales, la más abundante es la segunda. En este estado se han llevado a cabo acciones de protección desde 1987 en las playas de Boca de Apiza-El Chupadero y en Tepalcates–El Volantín. En ambos

* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima.
** Comité de Vigilancia Ambiental para la Protección de la Tortuga Marina en Manzanillo. Correo electrónico: quijano@gmail.com

1. Según Hirth (1997) se considera un sinónimo de *Chelonia mydas.*

campamentos se protegió, hasta 1990, un total de 40 361 huevos y se liberaron 22 488 crías de golfina y laúd; posteriormente, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) instalaron un campamento provisional en la Playa de Campos durante las temporadas de anidación 1993-1994 y 1995-1996. En el primer ciclo se detectaron 116 hembras, de las cuales cinco fueron de laúd, se recolectaron 8 165 huevos y se liberaron 3 500 crías. En el siguiente año se protegieron 16 264 huevos de *L. olivacea* y no se reportó la presencia de tortuga laúd (Nieves-Ventura, 1994 y 1995).

El Comité de Vigilancia Ambiental Participativa para la Protección de la Tortuga Marina en Manzanillo (CVAPPTMM), desde el año 2001 ha instalado un campamento tortuguero en la playa de Salahua, ubicada en el interior de la bahía de Manzanillo, que opera durante el periodo de desove de las hembras y eclosión de los huevos, que abarcan desde julio hasta febrero.

El CVAPPTMM está acreditado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA-SEMARNAT) y depende de la Universidad de Colima, ya que funciona gracias a la participación activa de estudiantes y profesores, así como de personal voluntario. El campamento tortuguero en la temporada 2001-2002 fue apoyado económicamente por el Ayuntamiento de Manzanillo, en la 2002-2003 contó con aportaciones voluntarias de la población local y de empresas de la región, mientras que durante la temporada 2004-2005 fue financiado por el Fondo Banamex para Protección de la Tortuga Marina, dependiente de TV Azteca.

La finalidad de estos campamentos es proteger a las tortugas marinas hembras durante su anidación en las playas de Manzanillo, realizar investigación sobre la biología de *Lepidochelys olivacea* (golfina) y desarrollar actividades y programas de educación ambiental entre los niños y visitantes, en beneficio de estas especies. En este documento se presentan los resultados de las actividades que se han realizado para el alcance de esos propósitos.

Métodos y materiales

Este trabajo se desarrolló en playas del municipio de Manzanillo, Colima, en la costa meridional del océano Pacífico entre los 104°03' y los 104°45' Oeste y los 18° y los 19° 18' Norte. El clima corresponde al tipo caliente subhúmedo con un promedio anual de temperatura de 26.9 °C. La precipitación pluvial anual promedio es de 1205.9 mm, y se presenta en forma irregular. La temporada de lluvias se inicia en junio y concluye en diciembre; las precipitaciones torrenciales ocurren a finales de agosto y principios de septiembre. La temperatura en las aguas de las costas de Colima oscila desde 25 °C en abril a 31.4 °C en septiembre y salinidad promedio de 34.8 ups en agosto y 35.61 ups en junio (INEGI, 2002).

Descripción de las playas de anidación

Playa Peña Blanca: tiene una extensión de 14 km, presenta pendiente suave; arena de textura media, color café claro, mezclada con pequeñas conchas y caracoles; el oleaje es fuerte por encontrarse en mar abierto (INEGI, 2002).

Playa de Campos: su longitud es de 7.5 km; limita al oeste con grandes peñascos cubiertos de vegetación y al este, por el canal que comunica al mar con la laguna de Cuyutlán. Su arena es de textura media color café claro, pendiente suave, oleaje fuerte por encontrarse en mar abierto (INEGI, 2002).

Bahía de Manzanillo: la longitud de la playa arenosa es de siete kilómetros y se caracteriza por su arena de textura media de color café claro y por su pendiente y oleaje moderados; en su interior se encuentra la playa de Salahua (INEGI, 2002).

Actividades de conservación

El personal voluntario diariamente realiza dos recorridos nocturnos, a las 00:00 y a las 5:00 hrs, durante los meses comprendidos entre julio y diciembre. En la primera temporada (2001-2002) el patrullaje se realizó principalmente en las playas de la Bahía de Manzanillo (7 km), con apoyo de estudiantes de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, mientras que en la playa de Campos la protección fue esporádica y corrió a cargo de elementos de la policía municipal. En las otras tres temporadas también se patrullaron las playas de Campos y Peña Blanca, para abarcar un total de 27.5 kilómetros (Fig. 1).

Durante los recorridos para la recolección de huevos se utilizan motocicletas todo terreno y lámparas de halógeno para detectar las huellas de las tortugas sobre la playa y la ubicación exacta de los nidos. Los huevos son colocados en bolsas de plástico y transportados al corral de incubación instalado en el campamento. El tiempo entre la colecta y el sembrado de los nidos usualmente no debe exceder las seis horas (además debe considerarse que transcurre un lapso de tiempo entre la ovopisición y la colecta), ya que los embriones tienen mayor oportunidad de sobrevivir cuando la reubicación ocurre dentro de ese

Figura 1
Localización del campamento tortuguero de Manzanillo y de las playas protegidas (zona marcada)

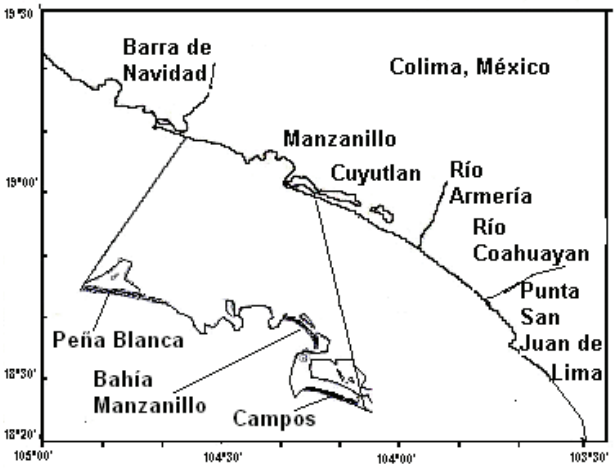
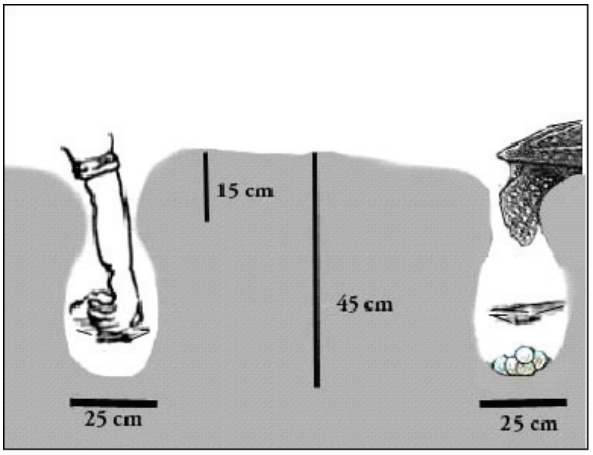


Figura 2
Sembrado de nidos



periodo (SEDUE/SEPESCA, 1990b). La siembra se efectúa en la arena en un orificio hecho a mano, con una profundidad promedio de 45 cm, al que se le da forma de cántaro, para que sea similar al que hace la tortuga (Godínez *et al.,* 1991) (Fig. 2). En una bitácora se registra el número de nidos, la fecha de colecta, la ubicación, la especie, el número de huevos y la fecha probable de eclosión.

Las crías que nacen en la noche y en el transcurso de la mañana, son colocadas en tinas con una cama de arena y liberadas al atardecer, para evitar al máximo la depredación por aves y otros enemigos naturales.

En la primera temporada algunos nidos se incubaron en cajas de unicel (poliuretano) de 50x35x45 cm que contenían arena, para evaluar el efecto de la temperatura y la humedad sobre el avivamiento. En las siguientes temporadas estos artefactos sólo se utilizaron para trasladar los nidos que no habían eclosionado cuando terminaban las actividades en el campamento (a finales del mes de febrero o principios de marzo), a la Universidad, en donde completaron su periodo de incubación.

Investigación

La medición de variables ambientales es importante para generar una base de datos que permita realizar investigaciones sobre algunos aspectos de la biología de la tortuga marina. Una de ellas es la temperatura del interior del nido, ya que la diferenciación sexual de los embriones y la sobrevivencia de los huevos depende en gran parte de las variaciones de la temperatura en el sedimento durante el periodo de incubación (Carrasco, 1996).

Esta temperatura se registró cada 10 minutos mediante dos sensores Optic StowAway, cuyo intervalo de medición es de –35 °C a +75 °C, y su capacidad de memoria de 32 Kb. Cada dos horas se midió la temperatura con un termómetro de mercurio (con intervalo de –10 a 100 °C) para comparar los datos obtenidos con ambos aparatos y mantener esta variable entre 28 y 32 °C en el interior de los nidos. Con este propósito se colocó un techo de malla plástica sobre el corral de incubación en los meses de agosto y septiembre durante las temporadas 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004 y 2004-2005.

Difusión

Se invita a las personas de la localidad por diversos medios a la liberación de las crías; en ese evento se les imparte una plática informativa acerca de la problemática actual de las especies de tortugas marinas que arriban a Manzanillo, y a los niños de las escuelas primarias y secundarias del municipio, durante toda la temporada de anidación

Resultados

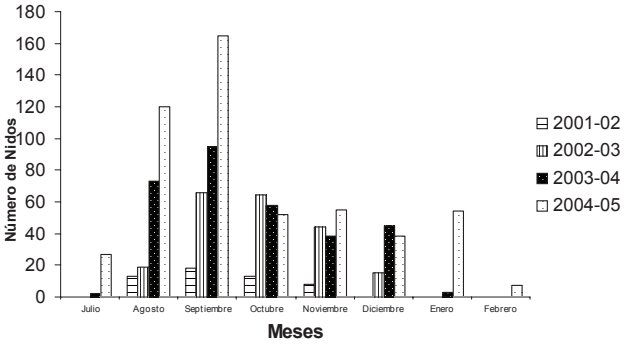
Actividades de conservación

En la temporada 2001-2002 se recolectaron 66 nidos de tortuga golfina, con 4 232 huevos, de los que se liberaron 3 182 crías, por lo que el porcentaje de avivamiento fue de 75.18%. La temporada siguiente (2002-2003) fue más exitosa, porque también se realizaron recorridos en la playa de Campos. Se protegieron 207 nidos, tres de los cuales fueron de tortuga prieta (Tabla 1). El porcentaje de avivamiento fue de 63.65%, ya que la mayoría de los nidos fue encontrada en la

playa Campos; y por problemas logísticos, el tiempo transcurrido entre la recolección y el sembrado fue mayor al recomendado, lo que probablemente fue la causa de la disminución del porcentaje de avivamiento con respecto al de la temporada anterior.

Los esfuerzos para la conservación de la tortuga marina en Manzanillo fueron redoblados por el CVAPPTMM en la temporada 2003-2004. En ella se recolectaron 314 nidos, de los cuales ocho fueron de tortuga prieta y diez de tortuga laúd, de esta especie se protegieron 571 huevos y se liberaron 359 crías; por primera vez se reportaron estas estadísticas en las playas de la bahía de Manzanillo (Fig. 3). El índice de avivamiento para esta temporada fue de 72.44 por ciento (Tabla 1).

Figura 3
Número de nidos mensuales en las temporadas de protección a la tortuga marina en el campamento tortuguero de Manzanillo, Colima



En la temporada 2004-2005 se protegieron 504 nidos de tortuga golfina, 15 de tortuga prieta y dos de tortuga laúd (Tabla 1). El porcentaje de avivamiento fue de 75.9%. En esa temporada el número de nidos protegidos aumentó en 475% respecto a la primera temporada, gracias al uso de las motocicletas todo terreno (dos de ellas fueron operadas en comodato por la Administración Portuaria Integral de Manzanillo) durante toda la temporada de desove; a que se incrementó el área protegida porque se incluyo la playa Peña Blanca; a la mayor experiencia del personal voluntario participante y a que se contó con el apoyo del Fondo Banamex para la Protección de la Tortuga Marina.

En el área de estudio la gestación duró aproximadamente 45 días en los meses más cálidos (septiembre-diciembre), mientras que en los más fríos (enero-marzo) se prolongó más allá de los 60 días. Los porcentajes de avivamiento más bajos se presentaron a finales de la temporada 2001 en los nidos incubados en cajas de unicel. Mrosovsky e Yntema (1982) mencionaron que el porcentaje de avivamiento disminuye cuando se utilizan cajas al final de la temporada debido a que la temperatura en el interior es de 1° a 1.5 °C más baja que en condiciones naturales y a que frecuentemente es la época más fría del año; sin embargo, estos autores señalan que este método puede ser utilizado al inicio de la temporada.

Investigación

La instalación del campamento tortuguero ha fomentado el desarrollo de proyectos de investigación y la realización de varios trabajos de tesis de licenciatura y de ponencias para distintos Congresos Nacionales e Internacionales, entre los que destacan:

1. Evaluación del avivamiento y la proporción de sexos en crías de *Lepidochelys olivacea* en condiciones controladas de temperatura de incubación (Ruiz-Va-

Tabla 1
Comparación numérica de las tres temporadas de protección de la tortuga marina en Manzanillo, Colima

Temporada	*Especie*	*Nidos (núm)*	*Huevos (núm)*	*Crías liberadas (núm)*	*Avivamiento (%)*
2001-2002	*Lepidochelys olivacea*	66	4 232	3 182	75.18
2002-2003	*Lepidochelys olivacea*	205	18 598	11 800	
	Chelonia agassizzi	3	180	153	
Subtotal		207	18 778	11 953	63.65
2003-2004	*Lepidochelys olivacea*	296	27 801	20 562	
	Chelonia agassizzi	8	675	383	
	Dermochelys coriacea	10	571	359	
Subtotal		314	29 047	21 304	72.44
2004-2005	*Lepidochelys olivacea*	504	55 850	43 190	
	Chelonia agassizzi	15	1 189	219	
	Dermochelys coriacea	2	165	12	
Subtotal		521	57 204	43 421	75.90
Total		1 108	109 261	79 860	73.09

llejo, 2002). En este trabajo se analizaron los resultados de colocar malla-sombra sobre el corral y del uso de cajas de unicel para terminar la incubación. El trabajo fue desarrollado en la primera temporada de protección. La proporción sexual se determinó a partir de muestras de crías muertas cuyas gónadas fueron procesadas con la técnica de transparentación (Van der Heiden *et al.*, 1985). El porcentaje obtenido fue de 90.49 de machos y 9.51 de hembras, en 196 muestras. A pesar de que la proporción sexual estuvo sesgada hacia los machos cuando se utilizó la malla, ésta se volvió a colocar durante los meses más calurosos y secos de las tercera y cuarta temporadas, porque se observó que el índice de avivamiento descendía drásticamente por las altas temperaturas . Durante esos días se registró diariamente la temperatura de los nidos para evitar ese sesgo.

Los resultados mostraron que la aparición de malformaciones durante la gestación fue más frecuente cuando los huevos estuvieron sometidos a condiciones de incubación desfavorables, tales como baja temperatura y humedad, por lo que la evaluación del porcentaje de crías con deformaciones se utilizó como un indicador de las condiciones de incubación. En la temporada 2001-2002 se observó que 2.8% de los embriones muertos presentaba malformaciones. La anomalía más frecuente fue la del carapacho irregular/deprimido y alcanzó su mayor incidencia en octubre, cuando se incrementó la humedad en el interior de los nidos y hubo un descenso de hasta 8.11 °C (temperatura máxima de 31.76 °C y mínima de 23.65 °C), relacionado con la penetración de agua de lluvia. En el campamento tortuguero de Cuyutlán, ubicado en la misma región, el porcentaje de embriones muertos ha sido de entre uno y tres por ciento cuando las condiciones ambientales son similares, aunque no se han realizado estudios para evaluar las malformaciones en embriones (Cruz-Rivera[2] com. pers.).

2. El efecto de la temperatura y la humedad sobre el índice de avivamiento en huevos de tortuga marina golfina (Rivas-García, 2002). Este trabajo se realizó de octubre a diciembre de la primera temporada y consistió en la comparación del índice de eclosión de nidos sembrados en el corral de incubación y en cajas de unicel. Se contrastaron las condiciones de temperatura y humedad con el índice de avivamiento. En el corral protegido la humedad registró un intervalo de 2.6-14.8% y de temperatura de 24.16-35.38 °C con un porcentaje promedio de avivamiento de 94%, mientras que el intervalo de humedad en los nidos en cajas fue de 2.0-29.6% y de la temperatura de 20.46-38.15 °C con un porcentaje promedio de avivamiento de 16.92%. Regresiones lineales (95% de confianza) entre la temperatura *vs.* el porcentaje de eclosión y de la humedad *vs.* el porcentaje de eclosión mostraron que la relación fue significativa en el caso de los nidos sembrados en corral (r = 0.8611 y r = -0.7856, respectivamente), e inversa en el caso de nidos sembrados en cajas de unicel (r = –0.2735 y r = –0.3675 respectivamente), lo que sugiere que estas variables son importantes para que el desarrollo de los embriones sea óptimo.

3. Variabilidad fenotípica intersexual en crías de *Lepidochelys olivacea* en la temporada 2003-2004 (Pérez-Contreras, 2005). El objetivo de este trabajo fue determinar la existencia de diferencias en las características morfométricas que permitieran distinguir los géneros de las crías y estimar la proporción de sexos, sin recurrir a la disección anatómica. Se utilizaron nueve de las medidas utilizadas por Michel-Morfín (1995): ancho recto de carapacho, largo curvo del carapacho, largo de cabeza, largo de aleta anterior izquierda, largo recto del plastrón, peso húmedo, longitud entre el borde anterior del escudo marginal del eje más ancho de la tortuga al margen posterior de los escudos postcentrales en el carapacho y del primer al último escudos inframarginales en el plastrón. El análisis de estas medidas en 60 embriones muertos mostró que el método fue efectivo en 89% de los casos, ya que sólo siete de los embriones fueron clasificados incorrectamente, como se comprobó por medio del examen de las gónadas.

4. Evaluación de la venta clandestina y el consumo de la tortuga marina, por grupo de edad del consumidor, en diferentes zonas de Manzanillo (Hernández-García *et al.,* 2004). Esta investigación fue realizada mediante la aplicación de encuestas a la población, para lo cual se dividió el municipio en cinco zonas representativas. Las variables analizadas fueron el precio de la carne y del huevo de tortuga, la edad de los consumidores y el consumo por género. El precio del producto varió de zona a zona, ya que se comercializa ilegalmente. El consumo de ambos productos fue mayor en Campos-El Colomo, quizá debido a que es una zona de fácil acceso a la playa y desprotegida por las autoridades. Las personas de entre 40 a 70 años fueron las principales consumidoras. Este trabajo es de gran importancia para evaluar los lugares que deben ser atendidos con ahínco en temporadas venideras.

5. Evaluación de las características de la playa para la anidación (Carrillo-Suaste, 2004). Con este trabajo se evidenció que las anidaciones son más abundantes en las zonas más deshabitadas, con poca

2. Dra. María de la Cruz-Rivera, Directora del Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario.

presencia de luz artificial y con una cara de playa amplia, aún y cuando se presentaron fenómenos meteorológicos (tormentas). También se determinó que en el área de estudio la anidación es más frecuente desde la primer semana de agosto hasta finales de octubre, por lo que se consideró que durante esas 14 semanas se debe incrementar el esfuerzo de protección, aumentando la frecuencia de los recorridos.

Difusión

Una de las metas fundamentales del campamento ha sido difundir los resultados de las actividades de protección de la tortuga marina para generar una cultura de conservación ecológica en la población manzanillense. Con este fin, durante las liberaciones de crías se realizan eventos (aproximadamente cuatro por semana) cuyo público meta principal son niños y turistas nacionales e internacionales. En las cuatro temporadas se han impartido pláticas en las escuelas del municipio de Manzanillo, ante aproximadamente 1700 niños.

Asimismo, durante tres años se han realizado eventos de educación ambiental, en el marco de la Semana Nacional de la Conservación, organizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT, contando con la participación de la comunidad manzanillense, para dar mayor difusión al trabajo realizado por el campamento.

Discusión

En la costa del estado de Colima han funcionado los campamentos tortugueros de Cuyutlán y Boca de Apiza-El Chupadero, con regularidad desde mediados de la década de los años noventa (Rivera-Rodríguez, 2005; Hernández-Corona, 2005). En los últimos años se considera que las poblaciones de tortuga golfina se han incrementado como consecuencia de las actividades de conservación en éstos y otros campamentos ubicados en el Pacífico mexicano y de las medidas legales adoptadas (Márquez *et al.*, 1998).

En las playas de Manzanillo durante los años ochenta y noventa, eventualmente se encontraban nidos de tortugas que se incubaban en cajas en las instalaciones del Centro Regional de Investigación Pesquera (Márquez[3], com. pers.). A raíz del incremento de la anidación dentro de la bahía de Manzanillo, se iniciaron los trabajos en el campamento de la playa de Salahua. A pesar de que es difícil comparar los resultados de las temporadas, como consecuencia de las variaciones en el esfuerzo aplicado en cada una de ellas, es posible señalar que la tendencia de la anidación es similar a la reportada en los campamentos de Cuyutlán y Boca de Apiza-El Chupadero (Rivera-Rodríguez, 2005; Hernández-Corona, 2005), que mantienen estrategias de trabajo similares desde hace algunos años. Esto permite suponer que las anidaciones de la tortuga golfina continuarán incrementándose en las próximas temporadas. Con respecto a las tortugas prieta y laúd, la cantidad de anidaciones es muy variable porque se trata de un evento periódico (Delgado[4], com. pers.).

En cada una de las cuatro temporadas de anidación se observaron cambios en el porcentaje de avivamiento debido a las diferentes condiciones en el manejo de los nidos. Destaca la utilización de un techo de malla plástica durante las primera, tercera y cuarta temporadas, para controlar la temperatura. Durante la segunda temporada el retraso en el resembrado de los huevos de tortuga marina encontrados en la playa Campos afectó el porcentaje de avivamiento.

De acuerdo con el *Manual de Técnicas de Manejo y Conservación para la Operación de Campamentos Tortugueros* (SEDUE/SEPESCA, 1990b) es posible lograr mayor porcentaje de avivamiento cuando el nido es sembrado dentro de las seis horas posteriores al desove. El desarrollo embrionario comienza en este periodo, por lo que el movimiento y la insolación de los huevos causan el descenso de este índice (SEDUE/SEPESCA, 1990b). En la temporada 2002-2003 los nidos encontrados en playa Campos eran trasladados al campamento en playa Salahua al día siguiente, por lo que el porcentaje de avivamiento fue menor en esa temporada que en las otras. En este sentido Cruz *et al.* (1988) y Ayala (1991) indican que el índice de sobrevivencia de los huevos trasplantados es significativamente menor que el de los nidos *in situ.* Por otra parte, puesto que el tiempo que trascurre entre la ovoposición y el resembrado del nido es crítico porque el embrión puede desprenderse por el movimiento causado durante el transporte (SEDUE/SEPESCA, 1990b), el manejo de las nidadas fue especialmente cuidadoso durante las temporadas 2001-2002, 2003-2004 y 2004-2005 con la intención de mantener un porcentaje de avivamiento superior a 70 por ciento.

3. Dr. René Márquez-Millán. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, Comité Científico (México).

4. M.C. Carlos Delgado. Investigador de la Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Márquez (1996) mencionó que la incubación de las crías toma generalmente entre 50 y 60 días. En Manzanillo ocurrió en promedio a los 45 días, aunque se observó que por cada grado que disminuyó la temperatura, la eclosión se retrasó 3.4 días (Ruiz-Vallejo y Quijano, 2002), lo cual difirió de los resultados de Mrosovsky e Yntema (1982), quienes afirmaron que por cada grado menos de temperatura, el retraso en el tiempo de eclosión es de cinco días.

La investigación que se lleva a cabo en el campamento tortuguero de Manzanillo proporciona información útil para el manejo del quelonio en la localidad, además de que su ubicación le confiere mayor atractivo turístico a la playa de Salahua. Márquez (1996) opina que uno de los objetivos de los campamentos tortugueros debe ser desarrollar actividades de acercamiento a las comunidades de la región, meta que se cumple en este campamento, mediante la realización de campañas de educación ambiental para la población local y los visitantes, además de una campaña informativa permanente cuyo objetivo es crear una cultura de conservación en el público en general, e infantil en particular, por medio de actividades en las escuelas primarias y secundarias.

La infraestructura del campamento, aunque provisional, resulta atractiva para el visitante, y es el resultado de una ardua labor de búsqueda y concertación de recursos económicos, con la invaluable colaboración de los voluntarios, en su mayoría estudiantes de la Facultad de Ciencias Marinas y de los empresarios locales. La población local ha mostrado una actitud positiva al apoyar y reconocer la importancia de la presencia de éste en el puerto.

Conclusiones

El esfuerzo puesto en las actividades de conservación y protección de la tortuga marina en el puerto de Manzanillo se ha reflejado en sus resultados. Así, en cuatro temporadas se han rescatado 1 108 nidos, protegido 109 261 huevos y liberado 79 860 crías de tortuga marina. El índice de avivamiento promedio fue de 73.09 por ciento.

La investigación científica de la biología de la especie que realiza el campamento de Manzanillo ha proporcionado información para su manejo en la localidad.

Agradecimientos

El campamento tortuguero ha podido funcionar adecuadamente gracias al apoyo de la Universidad de Colima; el Ayuntamiento de Manzanillo; el Fondo Fomento Ecológico Banamex, subcomité Fondo para la Conservación y Protección de la Tortuga Marina; y de empresas de la región, como el Grupo Komet Ingeniería y Servicios; Administración Portuaria Integral (API), Coca-Cola, Condominios Vida del Mar, Hotel Sierra (operado anteriormente por Sideksitur, ahora Hotel Gran Bahía Real, operado por Best Day Real Resort), Comercial Mexicana, Agencia de motocicletas HONDA, Radio Extrema FM del grupo Radiorama y Radio Caliente FM del grupo Levy. Queremos expresar nuestro agradecimiento muy especial a María del Carmen Jiménez Quiroz por su generoso apoyo y sus invaluables comentarios que ayudaron a enriquecer el presente manuscrito.

Referencias bibliográficas

Ayala, C.M.A. 1991. *Determinación bacteriológica de los principales agentes que influyen en la mortalidad embrionaria en los huevos de tortuga golfina* Lepidochelys olivacea. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UdeG, Guadalajara. 78p.

Carrasco, M.A. 1996. *Relación de factores abióticos con el proceso de incubación en nidos de tortuga lora* (Lepidochelys kempi Garman*, 1880) en Rancho Nuevo, Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo, Colima, México. 56p.

Carrillo-Suaste, C. 2004. *Evaluación de las características de la playa para la anidación*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo, Colima, México. 31p.

Cruz, R.D., M. Hernández y J. Rodríguez. 1988. Efectos de técnicas conservacionistas sobre el avivamiento y principales causas tanto de mortalidad de embriones como de crías de tortuga Golfina y Laúd en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante la temporada de anidación 87-88. *Memorias del V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México*. Morelia, Michoacán, México. Facultad de Ciencias. UNAM. p.186.

DOF. 1994. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, México, mayo 16, 1994.

Godínez, D.E., F. Silva-Bátiz e I. Enciso-Padilla. 1991. *Manual de técnicas y procedimientos de protección de campo de la tortuga marina en el estado de Jalisco*. Programa Interinstitucional de Protección y Conservación de la Tortuga Marina en el Estado de Jalisco. SEDUE, SEPESCA, COESE y Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG, Guadalajara. 23p.

Hernández-Corona, A. 2005. Campamento tortuguero "El Chupadero-Boca de Apiza". En: *Memorias del Taller de toma de muestras de tortugas marinas*. Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario-CIBNOR- CRIP-Manzanillo. 21 y 22 de octubre de 2005. Cuyutlán, Col. (Presentación en CD.)

Hernández-García, L.M., L.M. Murillo-Ballestero, L.R. López-Macías y C.G. Guzmán-Navarro. 2004. *Evaluación de la venta y consumo de la tortuga marina en diferentes zonas de Man-*

zanillo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 60p.

Hirth, H.F. 1997. *Synopsis of the biological data on the green turtle* Chelonia mydas *(Linnaeus 1758)*. Biological Report 97(1) Fish and Wildlife Service, Washington, usa.120p.

Inegi. 2002. Anuario Estadístico del estado de Colima. Talleres gráficos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 481p.

Márquez, M.R. 1996. *Las tortugas marinas en nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica, México.194p.

Márquez, R., M.C. Jiménez, M.A. Carrasco y N.A. Villanueva. 1998. Comentarios acerca de las tendencias poblacionales de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* después de la veda total de 1990. *Oceánides,* 13(1):41-62.

Michel-Morfin, J. 1995. *Variabilidad fenotípica en la tortuga marina* Lepidochelys olivacea*.* Tesis de Maestría. cicimar, ipn, La Paz, BCS. 97p.

Mrosovsky, N. y C.L. Yntema. 1982. *Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: Implications for conservation practices*. (Reimpreso con permiso de Biological Conservation, 1980. 18:271-280) pp. 59-65.

Nieves-Ventura, F. 1994. *Informe Técnico del Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortuga Marina, en el campamento Campos, Municipio de Manzanillo, Colima.* Informe interno. Instituto Nacional de Ecología, México. 16p.

Nieves-Ventura, F. 1995. *Informe Técnico del Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortuga Marina, en el campamento Campos, Municipio de Manzanillo, Colima*. Informe interno. Instituto Nacional de Ecología, México. 20p.

Pérez-Contreras, Z. 2005. *Variabilidad fenotípica intersexual en crías de* Lepidochelys olivacea *en la temporada 2003-2004*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 32p.

Rivas-García, C.A. 2002. *El efecto de la temperatura y humedad sobre el índice de avivamiento en huevos de tortuga marina golfina (*Lepidochelys olivacea*)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 30p.

Rivera-Rodríguez, M.C. 2005. Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario". Centro para la conservación y educación. En*: Memorias del Taller de toma de muestras de tortugas marinas*. Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario-cibnor-crip-Manzanillo. 21 y 22 de octubre de 2005. Cuyutlán, Col. (Presentación en cd).

Ruiz-Vallejo, M.T. 2002. *Evaluación del avivamiento y proporción de sexos crías de* Lepidochelys olivacea *(Eschscholtz, 1829), en condiciones controladas de temperatura de incubación en el campamento tortuguero de Manzanillo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UEDC, Manzanillo. 42p.

Ruiz-Vallejo, M.T. y S.I. Quijano. 2002. Evaluación del avivamiento y proporción de sexos crías de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), en condiciones controladas de temperatura de incubación en el campamento tortuguero de Manzanillo. *Memorias del XIII Congreso Nacional de Oceanografía*. 7 al 11 de Octubre del 2002, Puerto Vallarta, Jalisco. p. 42.

sedue/sepesca. 1990a. *Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas.* Documento interno. México. 116p.

sedue/sepesca. 1990b. *Manual de Técnicas de Manejo y Conservación Para la Operación de Campamentos Tortugueros.* Documento interno. México. 104p.

semarnap–ine. 2000. *Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas.* Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología, México. 106p.

Van der heiden, A.M., R. Briseño-Dueñas y D. Ríos-Olmeda. 1985. A simplified method for determining sex in hatchling sea turtles. *Copeia,* 3:779-782.

Programa de conservación e investigación de tortugas marinas en el Santuario Playón de Mismaloya, Jalisco

José Antonio Trejo Robles[*]
Rosa Estela Carretero Montes[*]
Francisco de Asís Silva Bátiz[*]
Felipe Javier López Chávez[*]

Resumen

La colonia del Playón de Mismaloya (Jalisco, México) fue una de las siete más importantes en el mundo para la anidación de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina); sin embargo, colapsó a mediados de los años sesenta. En este trabajo se compilan los resultados de las actividades que la Universidad de Guadalajara ha desarrollado desde 1985 en el campamento La Gloria, con el propósito de lograr el manejo sustentable de la colonia de tortugas marina por las comunidades locales, mediante la instrumentación de cuatro estrategias: *a)* Investigación y monitoreo, *b)* Protección, *c)* Educación ambiental, y *d)* Desarrollo y participación comunitaria. Los resultados muestran que el número de las anidaciones de tortuga golfina se ha incrementado paulatinamente, así, en la temporada 2004 se estima que anidaron 3 000 hembras. Se han promovido 61 talleres para los niños en el campamento, además de cursos de capacitación en manejo de campamentos tortugueros y de ecoturismo para los adultos de las poblaciones aledañas. Esto ha permitido incorporar a algunos pescadores en las labores de protección y abrir nuevas fuentes de trabajo por actividades de ecoturismo. También se han iniciado otras actividades de apoyo en el poblado de La Gloria, como consultas odontológicas, homeopáticas, veterinarias y bazares de ropa.

Palabras clave: Tortuga marina, *Lepidochelys olivacea,* Playón de Mismaloya, Universidad de Guadalajara.

Introducción

De las ocho especies de tortuga marina que existen en el mundo, siete anidan en playas mexicanas y están clasificadas en riesgo de extinción por organismos internacionales (Apéndice I del CITES, 1973; *Libro Rojo* de la IUCN[1], 2006) y nacionales (NOM-ECOL-059 publicada en el DOF, 2002 a), por lo que el gobierno, las instituciones educativas y la sociedad civil se han abocado en la protección, el manejo y la investigación de estas especies desde la década de los años sesenta.

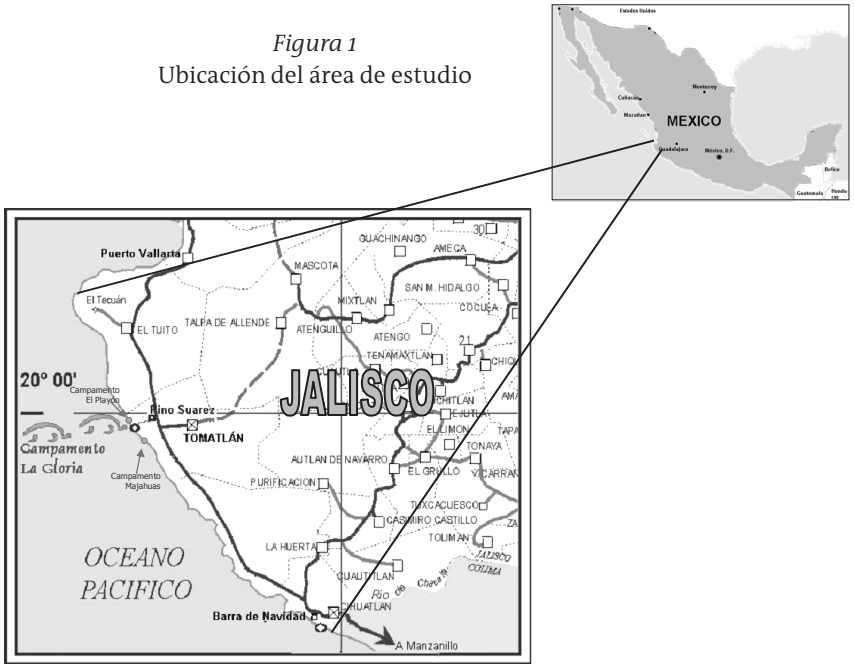
En el Pacífico mexicano están algunas de las colonias más importantes de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina) del mundo, como es el caso de las playas La Escobilla y Morro Ayuta, en Oaxaca (Márquez-Millán, 1996). Hasta hace unas pocas décadas el Playón de Mismaloya (Jalisco) era uno de los sitios más importantes en el país y uno de los siete más relevantes del mundo para esta especie, ya que allí se observaron arribadas de hasta 30 000 individuos (Márquez-Millán[2], com. pers.; Casas-Andreu, 1978). Esas evaluaciones también mostraron la presencia, aunque menos numerosa, de *Chelonia agassizii* (tortuga prieta) y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd).

Sin embargo, a pesar de que en 1967 se instaló en esta zona uno de los primeros campamentos tortugueros del país, la colonia colapsó en las décadas de los sesenta y setenta; por ello la playa fue incluida en el decreto presidencial para las Zonas de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas (DOF, 1986), si bien en la actualidad tiene la categoría de Santuario para Tortugas Marinas (DOF, 2002 b).

* Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de las Zonas Costeras, Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Melaque, Jal. Correo electrónico: rmontes@costera.melaque.ud

1. IUCN. 2006. Red List of Threatened Species. *http://www.iucnredlist.org*
2. Dr. René Márquez-Millán. Comité Científico. Convención Interamericana para Protección y Conservación de Tortugas Marinas.

Figura 1
Ubicación del área de estudio



El Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de las Zonas Costeras (DEDSZC) del Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR) y la Universidad de Guadalajara (UdeG) han llevado a cabo desde 1985 trabajos de protección de manera ininterrumpida en esta playa, desde el campamento La Gloria. Empero, los esfuerzos de la UdeG y de otras instituciones que trabajan en el Santuario Playón de Mismaloya,[3] no han fructificado debido al saqueo de nidos y a la captura de adultos, principales obstáculos para la recuperación significativa de la colonia de tortugas marinas.

La Estrategia Nacional para la Conservación y Manejo de las Tortugas Marinas[4] y la Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas (UICN, 1995) establecen que para recuperar y conservar a las tortugas marinas es necesario implementar varias estrategias, siendo las principales: *a)* Investigación y monitoreo, *b)* Protección, *c)* Educación ambiental, y *d)* Desarrollo y Participación comunitaria. En consecuencia y en concordancia con esas estrategias, el CUCSUR estableció el Programa de Conservación de las Tortugas Marinas en el Playón de Mismaloya, Jalisco, cuyas metas en el mediano y el largo plazos son lograr que las comunidades locales aseguren la conservación de las tortugas marinas en el Santuario del Playón de Mismaloya con la participación de las autoridades gubernamentales correspondientes y de la sociedad en general. Durante este lapso se han logrado apoyos financieros a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el Consejo Británico, la Secretaría de Educación Publica, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, la Fundación Ecológica Banamex y de la misma Universidad de Guadalajara.

La importancia de continuar y fortalecer las acciones de conservación en este Santuario radica en que es una de las pocas playas mexicanas en las que se ha llevado a cabo el seguimiento del estado de la población de tortugas marinas en un periodo de tiempo largo, lo que permite determinar si está en recuperación, estable o en merma. El objetivo del programa es asegurar la permanencia de las poblaciones de tortuga marina en el Santuario Playón de Mismaloya mediante la aplicación de las cuatro estrategias establecidas en los planes nacionales para la recuperación y la conservación del recurso. También se presenta el Programa que se desarrolla en el campamento La Gloria, ubicado dentro del Santuario, así como los logros a lo largo de 20 años de trabajo ininterrumpido.

Métodos y materiales

El Santuario Playón de Mismaloya (municipio de Tomatlán, Jalisco) está localizado entre las coordenadas de Punta Ipala (20°14'00" N y 105°36'00" O) y Punta

3. En el Santuario Playón de Mismaloya también están establecidos los campamentos tortugueros denominados El Playón y Majahuas, cuya operación es responsabilidad de la SEMARNAT y la cooperativa pesquera Roca Negra, respectivamente.
4. Comité Nacional para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas/Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. 1996. Estrategia Nacional para la Conservación y Manejo de las Tortugas Marinas, San Patricio- Melaque, Jalisco, México. No publicado.

Roca Negra (19°40'00" N y 105°15'00" O), con una extensión aproximada de 69 km de longitud (DOF, 1986). La playa está orientada de sureste a noroeste.

Las actividades de conservación y protección las realiza personal del CUCSUR en las instalaciones del campamento La Gloria, de julio a febrero o marzo, para abarcar las temporadas de anidación de las tres especies de tortugas marinas que llegan a esta zona. La longitud de la playa que se patrulla desde 1997 es de aproximadamente 29 kilómetros, 20 ubicados al norte y nueve hacia el sur del campamento.

Los métodos empleados en el desarrollo de cada una de las cuatro estrategias que constituyen el Programa Integral de Conservación de las Tortugas Marinas, se describen a continuación.

Investigación y monitoreo

Estimación de la abundancia. En esta actividad se evalúa la abundancia de los nidos, ya que esta variable es un indicador del estado de las poblaciones. Otro objetivo es proponer un método de muestreo con estimadores confiables que optimicen los recursos humanos y materiales con que cuenta el campamento.

La abundancia se evalúa mediante censos terrestres durante toda la temporada, sobre los supuestos de que el número de nidos por año por hembra (Van Buskirk y Crowder, 1994) es de 1.8 y que la mortalidad por pesca entre puestas es pequeña en relación con el tamaño de la población. En el diseño del censo de rastros de tortuga marina se consideraron aspectos relacionados con la conducta de las tortugas durante la anidación y la influencia de los factores ambientales (Silva-Bátiz *et al.*, 1996).

Durante este proceso las unidades de muestreo se revisan cada día a las 06:00 horas. En una "ficha de censos" se registra la ubicación de los nidos sobre la playa, si fue protegido o saqueado y, de ser posible, si el organismo fue robado o sacrificado. Cuando sólo se detecta el rastro sobre la arena, se busca la cámara de oviposición. Debido a la marea, al desplazamiento constante de los saqueadores en sus caballos y a los fuertes vientos, algunas veces se pierden las huellas o se confunden: todos esos datos que se observan durante los patrullajes nocturnos también se registran esos datos con el fin de cotejarlos con los del censo.

Técnicas de manejo de nidos. El manejo de los nidos durante el traslado y el trasplante de los huevos a los corrales de incubación, puede alterar la proporción sexual de las crías e incrementar la mortalidad embrionaria (Richardson, 2000). Para valorar el efecto de esta manipulación se establece un área de la playa de un kilómetro de longitud, cercana al campamento, llamada "zona de nidos naturales", en la que las nidadas permanecen, para darles un seguimiento similar al que se les da a los nidos incubados en los corrales. Se registra el porcentaje de crías emergidas y el número de huevos sin eclosionar, entre otras variables, con el propósito de comparar los resultados de los dos ambientes. Se han realizado estudios de mortalidad embrionaria para identificar los estadios que son más lábiles.

A partir de la manipulación de los huevos es posible dar seguimiento a la obtención de las muestras de crías de corrales de incubación y de nidos *in situ* para determinar el sexo y conocer la proporción sexual de las crías producidas en los corrales y en los nidos naturales. Esto se realiza por medio de la observación directa de la morfología y las características externas de las gónadas (Van der Heiden *et al.*, 1985) de crías muertas.

Desde 1996 se han registrado temperaturas de la parte más profunda de los nidos situados en el corral de incubación y en la zona de nidos naturales por medio de un termómetro digital Barnant y de sensores termopares; éstos últimos se instalaron en la arena a 45 cm de profundidad, en tres secciones ubicadas dentro del corral de incubación (A, B, C). Para el registro de la humedad se tomaron muestras de arena de la misma profundidad, que se pesaron antes y después de secarlas en una estufa Blue M a 120 °C por un lapso de ocho horas; la humedad se determinó por diferencia de peso. Posteriormente se utilizó el método realizado por McGehee (1990) para conocer el coeficiente de saturación de la arena y determinar su índice de humedad.

Protección

Esta actividad abarca el trabajo en playa que incluye el cuidado de las hembras, el transporte de nidos a corrales de incubación, así como el cuidado y la liberación de crías al mar. Al inicio de cada temporada, una vez instalados el equipo y el personal en el campamento tortuguero, la playa se divide en zonas o "estaciones" (29) con extensión de un kilómetro cada una. Las actividades de patrullaje por la playa habitualmente se realizan de 21:00 a 06:00 horas, excepto cuando se producen arribadas por los "efectos de luna",[5] ya que en ese caso también se realizan recorridos durante el día.

El propósito de esta actividad es la detección de nidos o hembras ovipositando. Los huevos se colectan

5. Este término se refiere al incremento de la anidación que se presenta durante algunas fases de la luna.

en una bolsa de nylon y en un formato especial se registra la fecha y la hora, la zona de playa (A, B, C) y la estación (1-29) donde se recogieron, el número de huevos depositados, colectados y dañados, si la hembra fue marcada o si presentaba alguna marca, el medio de transporte del observador (motocicleta, caballo o a pie), las observaciones y el nombre del técnico. Posteriormente el nido se transporta al corral de incubación, que es un área de aproximadamente 2 000 m^2, protegida con una red plástica de un centímetro de luz de malla y 1.5 m de altura. Las técnicas de manejo son similares a las empleadas en otros campamentos tortugueros de México (Godínez-Domínguez *et al*., 1991).

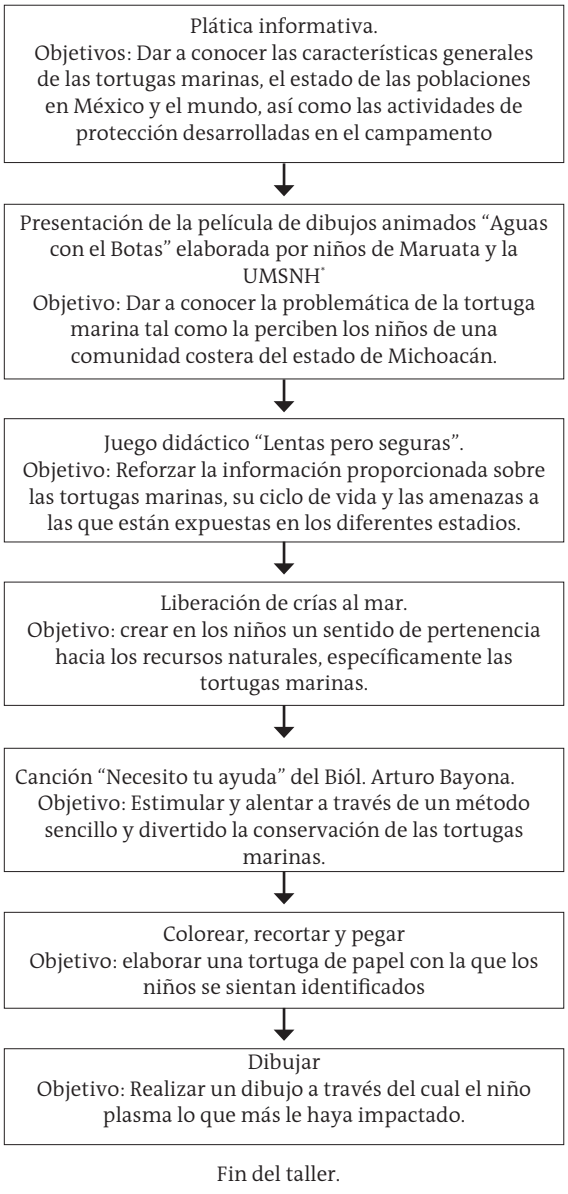
Esta información permitirá dar seguimiento a la incubación de los nidos colectados y tener una descripción general de las actividades, que se utiliza posteriormente para evaluar el efecto de la manipulación de los huevos durante el trasplante; con este propósito se mantiene un conjunto de nidos *in situ*, como grupo control. Los nidos permanecen en incubación aproximadamente 50 días, tiempo necesario para que las crías emerjan, y entonces son liberadas al mar en distintas zonas a lo largo de la playa durante la noche.

Educación ambiental

El personal del CUCSUR desarrolla actividades de educación ambiental en las instalaciones del campamento y en otras instituciones, así como de difusión de las actividades de protección de las tortugas marinas en varios medios de comunicación masiva[6], gracias a lo cual cada temporada llegan voluntarios nacionales y extranjeros de diferentes edades, y estudiantes de diversos niveles educativos. El objetivo principal que se persigue al convocar y recibir a estos visitantes es proporcionarles información básica sobre estos quelonios, tanto teórica por medio de pláticas, como práctica mediante las actividades que se realizan en el campamento: patrullar la playa, cuidado del corral de incubación durante las eclosiones para recoger y liberar crías por la noche y apoyar en la colecta de datos de proyectos de investigación.

Otra modalidad de esta estrategia es la *Semana de la Tortuga* que se inició en 1996, con el objetivo de que niños de las escuelas primarias de la zona aledaña al Santuario conozcan el ciclo de vida de las tortugas y los peligros que las amenazan, para propiciar la interacción de los niños con estas especies y convencerlos de no consumir ni la carne ni los huevos de estos reptiles. En esa semana, de acuerdo con un calendario preestablecido, grupos de 60 niños en promedio visitan el campamento por un día. Las actividades se desarrollan en forma de taller y siguen un programa específicamente diseñado (Fig. 2). Estos talleres también se efectúan en las escuelas primarias y cada niño recibe un paquete de material didáctico gratuito, que también se entrega a maestros de escuelas y técnicos de otras instituciones con el fin de que lo apliquen y difundan.

Figura 2
Diagrama del programa del Taller de educación Ambiental que se realiza en el Campamento tortuguero La Gloria



6. Uno de estos medios es la página web *http://costera.melaque.udg.mx*

* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Desarrollo y participación comunitaria

El personal del programa de conservación de la tortuga marina mantiene estrecha relación con las organizaciones sociales aledañas al Santuario, gracias a los más de 20 años de trabajo que han desarrollado en torno a este reptil y en otras áreas, tales como la acuicultura, las pesquerías y el ecoturismo. Ejemplo de ello es el vínculo existente con la cooperativa pesquera La Cruz de Loreto, cuyos miembros han participado directamente en las actividades del programa.

La presencia de voluntarios en los campamentos tortugueros de todo el país ha sido por muchos años un apoyo importante para el desarrollo del trabajo. En La Gloria hay grupos que cada año han participado directamente en las actividades de protección, si bien las condiciones en que se encontraba inicialmente el campamento eran poco confortables.

Una forma importante de difusión que se ha dado desde el inicio del programa a lo largo de más de 20 años de trabajo es la comunicación personal que ha permitido el reclutamiento año con año de nuevos voluntarios, así como con carteles, medios de comunicación (prensa, radio, televisión, etc.). En las últimas temporadas las nuevas tecnologías han permitido que se incremente la difusión del Programa por el internet.

Resultados

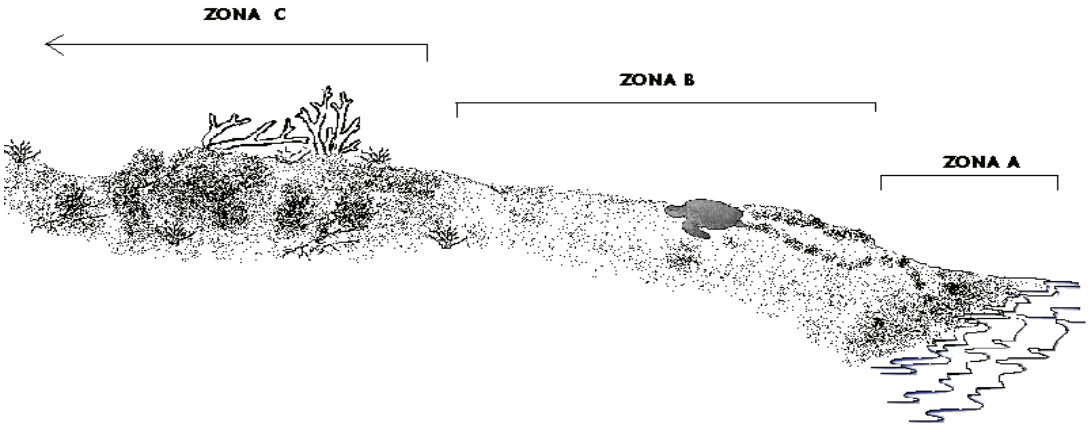
Investigación y monitoreo

Estimación de la abundancia. Los censos se han llevado a cabo durante más de 10 años consecutivos, en los primeros siete se registró la anidación de 60 a 75% de los días de cada temporada, aunque desde el año 2002 esta proporción alcanzó 95%. La abundancia de las poblaciones de *Lepidochelys olivacea* se ha mantenido y, por otro lado, en los últimos dos años analizados (2003 y 2004), la depredación humana se redujo, por lo que alcanzó 25% del total de las anidaciones. De acuerdo con el análisis en proceso, se estima que en los 29 km de playa donde se realizan los censos, llegan a anidar aproximadamente 3 000 hembras por temporada. Los nidos son más numerosos en los meses de agosto y septiembre y la mayoría se deposita dentro de una franja de playa de 10 km de longitud (5 km al norte y 5 km al sur del campamento de la Gloria). Los desoves son más frecuentes alrededor de las fases lunares de cuarto menguante y creciente. Por otro lado, aproximadamente 90% de las hembras oviposita en la zona B, que se ubica desde el nivel adonde llega la marea máxima, hasta donde inician los médanos (Fig. 3).

Técnicas de manejo de nidos. En las temporadas comprendidas entre 1996 y 2004 se registraron diariamente la humedad y la temperatura dentro del corral de incubación (a 45 cm de profundidad), lo que ha permitido conocer los cambios en el tiempo y el espacio de estas dos variables ambientales. El promedio óptimo de éstas, para el desarrollo embrionario, fue de 27.9 °C y 6.7%, respectivamente (Trejo-Robles, 2000).

Con el propósito de evaluar el efecto de la manipulación de los nidos en los índices de avivamiento y, por ende, en el número de crías liberadas al mar, se han llevado a cabo el seguimiento y la supervisión de muestras de huevos no eclosionados de los nidos incubados en el corral e *in situ* durante toda la temporada de anidación. Los huevos analizados representaron 30% del

Figura 3
Representación del perfil de playa. La división en zonas se realiza para identificar el lugar donde anidan las tortugas golfinas



total, cifra que en número representa alrededor de 100 mil huevos, que fueron utilizados para determinar el estadio de desarrollo de los embriones.

Algunos resultados de estos estudios han sido publicados por Galván-Piña (1991), quién menciona que 92% de los huevos muertos muestreados en un año, o bien no fueron fecundados, o no alcanzaron etapas de desarrollo embrionario que pudieran ser observados con el estereoscopio, por lo que fueron clasificados como "indefinidos" o "indeterminados". Asimismo, Trejo-Robles (1993) en un análisis de nidos *in situ* señaló que 81.25% de los embriones muertos pertenecía a esta categoría y que la mortalidad fue mayor entre los estadios uno y 15, así como entre el 29 y 31 (se usaron los criterios establecidos por Crazts, 1982); también encontró una alta correlación entre el albinismo y las anomalías en la cabeza.

Carretero-Montes y Trejo-Robles (2000) reportaron haber encontrado menor porcentaje de embriones indeterminados en nidos mantenidos *in situ* (10.2%) que en corrales (17.8%), aunque también mencionaron que la mortalidad fue similar en los dos grupos y que ésta fue mayor en los embriones en los estadios 10-14 y 25-30. Los análisis de mortalidad por zonas dentro del corral indicaron que la posición en la que fue sembrado el nido no influyó en la sobrevivencia de los embriones.

La proporción de sexos en el corral fue similar a la encontrada en condiciones naturales. Trejo-Robles (1993) y Valadez-González *et al.* (2000) encontraron que la proporción de sexos (hembras:machos) fue de 7:3 y que al inicio de las temporada (agosto-octubre) todas las crías fueron hembras, mientras que al final (noviembre-diciembre) todas eran machos. Estos estudios responden algunas de las preguntas formuladas por Limpus y Miller (1980) referentes a las consecuencias del manejo de los nidos.

Dentro del Programa de Conservación de la Tortuga Marina del CUCSUR se han logrado importantes resultados académicos, entre los que se encuentra la organización de cuatro congresos (tres nacionales y uno internacional), dentro de los llamados Encuentros Interuniversitarios sobre tortugas marinas. Destaca además la presentación de alrededor de cien ponencias en congresos nacionales e internacionales, la publicación de más de 15 artículos científicos y técnicos, la elaboración de 17 tesis de licenciatura y cuatro de maestría, como ejemplo de ello se están los trabajos de Silva-Bátiz (1986), González-García (1989), Galván-Piña (1991), López-Hernández (1992), Godínez-Domínguez *et al.* (1993), Carretero-Montes (1996), López-Chávez (2000), Trejo-Robles (2000), Trejo-Robles *et al.* (2000, 2002 y 2003) y Carretero-Montes *et al*. (2003), entre otros.

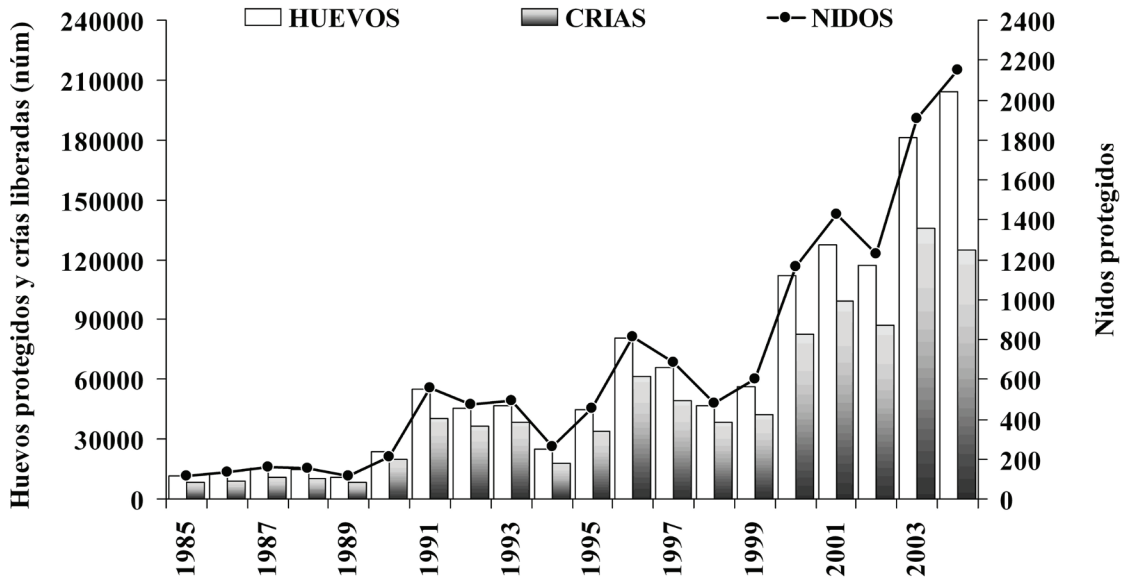
Protección. Durante las primeras temporadas, debido a las condiciones en las que operaba el campamento, los recorridos se hacían a pie, por lo que la distancia protegida era de diez o doce kilómetros; en 1989, gracias a la donación de motocicletas todo terreno por parte de la empresa Honda, la distancia se extendió hasta 20 kilómetros (dependiendo de la cantidad de gasolina disponible). En 1996 se adquirieron dos cuatrimotos y en 1997 otras dos más, gracias a lo cual la protección pudo abarcar una franja de 29 kilómetros, de modo que a partir de ese año, en cada recorrido se patrullan 58 kilómetros.

Cada noche se realizan al menos dos recorridos, si las condiciones ambientales y de la anidación, así como de los recursos disponibles, lo permiten; es decir, que el área que se vigila es en promedio de 116 km por día, o una distancia promedio por temporada de 14 732 km. De tal forma, entre 1996 y 2005, el total de los kilómetros patrullado es de 147 320 aproximadamente.

En los 20 años de trabajo, la tendencia de la anidación ha sido creciente ($y = 93.112x–284.28$; $r^2 = 0.788$; $N = 20$; $p<0.05$), aunque con amplias variaciones (Fig. 4). En 1985 se protegieron 117 nidos y 1 349 huevos, mientras que 8 282 crías se liberaron al mar y la eclosión fue de 75%. En 1991, después de seis años en los que hubo pocos cambios, se recogieron 560 nidos (54 782 huevos, 40 390 crías liberadas), de los que 73.9% de los huevos eclosionó. En 1996 hubo un repunte en la colecta, ya que se protegieron 816 nidos (80 813 huevos, 61 589 crías liberadas) y la eclosión fue de 77.6%. En la temporada 2000 se detectó otro incremento, ya que se recolectaron 1 163 nidos (112 135 huevos, 82 836 crías) aunque el índice de eclosión disminuyó a 75.1%. A partir de ese año la anidación se incrementó gradualmente, excepto en 2002, de forma que en 2004 se obtuvo un total de 2 248 nidos (212 324 huevos, 159 186 crías) con una eclosión de 75.2 por ciento.

En el tiempo en que se han realizado los trabajos de conservación se han protegido 13 680 nidos, lo que equivale a 1 319 519 huevos y 992 975 crías liberadas al mar. Se ha contado con la participación de instituciones gubernamentales, entre ellas, la Secretaría de Marina (SEMARINA), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Policía Federal de Caminos y los ayuntamientos de Tomatlán y Cihuatlán con sus respectivas corporaciones, la policía estatal y la Agencia Federal de Investigaciones (AFI), quienes han logrado la detención de un número considerable de traficantes de productos y subproductos de tortuga.

Figura 4
Resultados de la protección de 1985 a 2004



Educación ambiental. Las actividades de instrucción sobre temas relacionados con el ambiente se realizan con personas pertenecientes a diferentes estratos sociales. En su extensión más amplia implicas a la sociedad civil, en general, por lo que el principal indicador de la repercusión de este trabajo es el número de personas que visitan el campamento tortuguero y que participan como voluntarias en las tareas de protección y en los talleres que se imparten (Fig. 5).

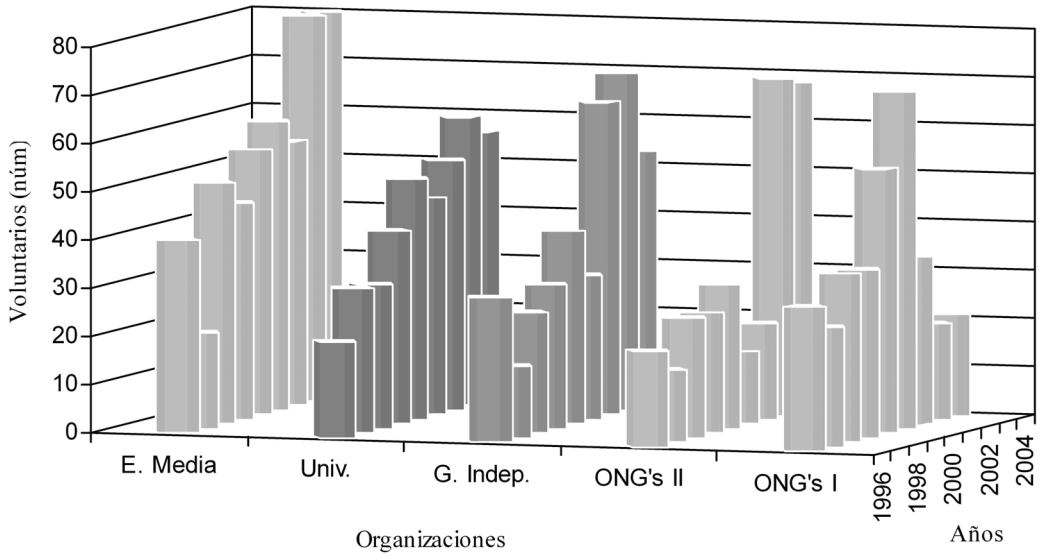
Cada año se reciben de 250 a 300 voluntarios provenientes de escuelas de educación media y superior del país, como es el caso de las preparatorias regionales de los municipios de Cihuatlán, Tomatlán, Ameca Mascota y La Huerta, además las de la zona metropolitana de Guadalajara y del extranjero, como la High School de Moscow, Idaho, USA. También se ha logrado despertar el interés de maestros de escuelas primarias, secundarias y preparatorias, así como de organizaciones sociales interesadas en difundir estas actividades, por lo que se les ha capacitado para desarrollar este taller en sus áreas de trabajo, y se les ha entregado el material necesario.

Cabe destacar las actividades que la preparatoria regional de Ameca ha realizado a partir del año 2003, cuando un grupo de maestros y estudiantes de esta institución, se hizo consciente de las necesidades de los pobladores de La Gloria y Pino Suárez y decidió participar en las actividades de protección y realizar acciones en beneficio de la comunidad. Con base en lo anterior se instrumentó un plan de trabajo consistente en ofrecer consultas médicas (odontológicas y homeopáticas) y veterinarias, así como en la realización de un bazar de ropa y calzado. La Coordinación del programa buscó las instalaciones adecuadas, realizó las actividades de difusión y los traslados. En respuesta al ejemplo de la preparatoria de Ameca, el Grupo Juvenil de la Cruz Roja de Guadalajara propuso la realización de talleres en favor de la comunidad, en el 2004.

Cada año también participa un promedio de 40 voluntarios extranjeros, provenientes de Alemania, España, Estados Unidos, Inglaterra y Japón, entre otros países, con estadías de entre dos a diez semanas. Los miembros de agrupaciones de la sociedad civil también han colaborado en este campamento, tales como One Work World Force, Turismo sin Fronteras, el Grupo Juvenil de la Cruz Roja de Guadalajara, grupos de niños exploradores (*Boy Scouts*), grupos de Salvamento, entre otros.

Los niños en edad escolar que habitan en las poblaciones aledañas al área de anidación conforman uno de los estratos de la sociedad más importantes para este Programa, por lo que el número de talleres que se ofrecen en las escuelas de diferentes niveles educativos así como la cantidad de niños de escuelas primarias que participa en la Semana de la Tortuga,

Figura 5
Voluntarios asistentes al campamento tortuguero La Gloria en las temporadas de anidación comprendidas entre 1996 y 2004



E Media: Escuelas de Educación Media Superior. Univ: Universidades. G. INDEP: Grupos independientes. ONG I: Organizaciones No Gubernamentales Internacionales; ONG II Organizaciones No Gubernamentales Nacionales.

desde 1996 y los paquetes didácticos distribuidos a esos mismos niños y otras instituciones, se utilizan como indicadores del éxito del programa.

El número de participantes en La Semana de la Tortuga es de aproximadamente 300 por año (Fig. 6). En este evento también colaboran miembros de las cooperativas pesqueras de la zona.

Un resultado alentador de este taller, mencionado por los adultos, es la influencia de los niños dentro del núcleo familiar. Las pláticas que han recibido y las actividades desarrolladas los ha convencido de persuadir a sus padres y hermanos de no consumir huevos o matar tortugas marinas. Cabe mencionar que el objetivo de este taller era propiciar cambios en la conducta de los niños, y si bien no se ha evaluado el efecto en el resto de la comunidad, hay indicios de que muchas familias están modificando sus hábitos.

Otro estrato muy importante lo constituyen los pescadores, a quienes se les han impartido talleres, específicamente, a los miembros de las sociedades cooperativas de las localidades que participan en las actividades de conservación de la tortuga marina (Tabla 1).

La colaboración de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera La Cruz de Loreto ha sido de gran trascendencia para el desarrollo de esta estrategia, ya que sus miembros se han involucrado directamente en las tareas de protección.

La participación de las comunidades. Esta estrategia se ha centrado en la capacitación de los miembros de la Cooperativa Pesquera La Cruz de Loreto, organización que es un icono de trabajo y coordinación, gracias a lo cual el resto de la comunidad aprecia las actividades del Programa como una nueva expectativa de trabajo, así como las ventajas de conservar el recurso para utilizarlo en el futuro, tal y como lo hicieron sus padres y abuelos, pero ahora de manera sustentable. Esto ha contribuido a que los integrantes de la cooperativa se sientan parte activa de la conservación y los ha motivado, principalmente a los jóvenes, a difundir el material educativo, la información y sus experiencias entre familiares y amigos.

El número de miembros de esta agrupación es de alrededor de 40 personas. A ellas se les han impartido 13 talleres de capacitación en la operación de campamentos tortugueros y como resultado al menos tres pescadores se han incorporado a las actividades específicas para ese fin.

Algunos pescadores de esta cooperativa permanecen en el campamento durante los siete meses que comprende la temporada de anidación. Durante su estancia colaboran en todas las actividades: protección, educación ambiental, ecoturismo e investigación, avituallamiento y mantenimiento y son corresponsables del buen funcionamiento y del logro de las estrategias instrumentadas. A estos pescadores se les asigna una

Figura 6
Actividades que se desarrollan durante la Semana de la Tortuga







compensación económica que se obtiene de las aportaciones de voluntarios o de proyectos aprobados, y que es equivalente al ingreso promedio que recibirían en su cooperativa si salieran a pescar. De igual forma, se han impartido tres talleres a la Cooperativa Pesquera de La Gloria (municipio de Tomatlán); sin embargo, aún no se ha logrado que participen directamente en las labores del campamento.

Tabla 1
Influencia de las actividades de educación ambiental realizadas en el programa de la tortuga marina del CUCSUR desde 1996 hasta 2004

Actividad desarrollada	*Cantidad (núm.)*
Talleres en escuelas primarias	47
Primarias participantes	19
Secundarias participantes	9
Niños en campamento	4 650
Preparatorias participantes	9
Talleres en preparatorias	18
Estudiantes	3 000
Paquetes didácticos	1
Talleres a cooperativas	13

Con el fin de promover el desarrollo de las comunidades, se ha fortalecido la capacitación en ecoturismo a los miembros de cooperativas pesqueras y ejidos de la región. Este aspecto ha sido impulsado gracias a la asistencia de algunas organizaciones como One World Workforce y la High School de Moscow, Idaho (EU), que han participado cada año con la visita de estudiantes ecoturistas internacionales. Estos grupos además de estar interesados en la protección de la tortuga marina (que generalmente se realiza por la noche), también se muestran atraídos hacia otras actividades de conservación que pueden realizarse en el área. En los últimos dos años se han integrado maestros y estudiantes de las preparatorias regionales de Jalisco, en dos o tres grupos de 25 a 35 personas cada uno, así como asociaciones de *scouts*, miembros de grupos ecologistas y personas independientes que comparten estos intereses.

Gracias al ecoturismo se crearon fuentes de trabajo para las comunidades aledañas, en áreas como la preparación de alimentos y la realización de actividades que requieren otros recursos, como embarcaciones o caballos. Esto ha permitido organizar recorridos en una panga sin motor en el estero El Chorro, para avistar aves y reptiles, así como paseos a caballo. Al principio estas acciones fueron dirigidas por un biólogo pero, gracias a los talleres realizados por miembros del Departamento de Turismo del CUCSUR, actualmente el personal de la comunidad funge como guía y personal de apoyo. El ecoturismo ha producido una pequeña pero significativa derrama económica para las personas de la comunidad que participan directamente en estas actividades y promete ser atractiva en el futuro.

Discusión

El Programa de Conservación a la Tortuga Marina del CUCSUR incluye estrategias que están concebidas

para realizarse de manera conjunta. Su realización vinculada permite aprovechar al máximo los recursos financieros, así como el apoyo de las cooperativas pesqueras, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las instituciones federales y estatales, los ejidatarios, las personas de la comunidad, los voluntarios, los ecoturistas, los jóvenes y los niños.

El programa está comprometido desde hace años con la consecución de la disminución de la tasa de pérdida de nidos por depredación humana, así como en mejorar los resultados de la protección cada año. Así, si actualmente el índice de nidos protegidos es de 75%, el objetivo del programa es alcanzar al menos 85%. Esto equivale a un incremento del número de nidos protegidos en un promedio de 100 a 200 por año, lo que significa, colectar alrededor de 2 000 nidos en la franja de playa que protege el personal del campamento tortuguero de La Gloria durante las temporadas venideras. Asimismo se planea liberar al mar cerca de 100 mil crías por año.

Los resultados indican que la anidación es mayor cerca del campamento tortuguero, lo que sugiere que el número de anidaciones podría incrementarse mejorando la protección en los primeros kilómetros alrededor del campamento; sin embargo, los objetivos contemplan que se aumente el número de nidos depositados en cada zona y no sólo de los colectados, por lo que el esfuerzo del muestreo debe realizarse de la misma forma, tanto en el primer kilómetro como en el último.

En los tres últimos años se ha logrado realizar censos en 95% de los días que comprenden la temporada (julio-diciembre), lo que permite estimar la cantidad de hembras. El seguimiento de los individuos por medio de marcas no es eficiente en todas las especies (Jiménez-Quiroz y Márquez-Millán, 2002). En esta área la gran pérdida de marcas y la pequeña probabilidad de avistamiento de la tortuga en la playa, debido a la extensión del Playón de Mismaloya, ha limitado el uso de la técnica de marcado-recaptura, por lo que se ha optado por hacer los censos.

Es necesario optimizar el sistema de muestreo mediante el aumento del tamaño de la muestra para disminuir el sesgo e incrementar la precisión de los estimadores al usar de manera eficiente los recursos materiales. Esto permitiría proponer una metodología adecuada para la evaluación de las poblaciones en playas de anidación con características similares al Playón de Mismaloya. Cabe mencionar que dicho sistema depende en gran medida de los recursos económicos con que se cuente cada temporada.

Los resultados de comparar los índices de eclosión, mortalidad embrionaria y proporción sexual de los nidos trasladados al corral de incubación y los mantenidos *in situ*, indican que no existe diferencia significativa entre ellos (Galván-Piña, 1991; Trejo-Robles, 1993; Trejo-Robles, 2000; Valadez-González *et al*., 2000), lo que muestra que el trasplante de los huevos al corral de incubación no afecta a la colonia de tortugas marinas que anida en esta región (Broderick *et al.*, 2000). Mortimer (2000) menciona que este método de incubación puede producir un efecto negativo en las poblaciones de tortugas marinas; empero, las estimaciones realizadas permiten suponer que si no se utilizara esta técnica, 95% de las nidadas se perdería por depredación, principalmente humana.

En relación con las variables ambientales dentro del nido, se ha observado que las lluvias superiores a los 10 mm aumentan la concentración de oxígeno en la arena y contribuyen al desarrollo del embrión (Prange y Ackerman, 1974; Shaver, 1988); sin embargo, hay que considerar que todas las playas tienen grados de saturación diferentes, por lo que esta variable cambia dependiendo del lugar. Trejo-Robles (2000) menciona que en la zona del campamento de La Gloria el promedio de humedad que propicia la mayor sobrevivencia de los embriones de *L. olivacea* es de 6.7% de saturación y la temperatura de 27.9 °C.

Existen otros factores que influyen en el índice de eclosión, como el porcentaje de huevos indeterminados (considerados como infértiles por algunos autores). Trejo-Robles (2000) menciona que 10.2% de los huevos de *L. olivacea* corresponde a esta categoría, proporción similar a la registrada por Fowler (1979) en *Chelonia mydas* (10.23 por ciento).

Como ya se mencionó, sin las actividades de protección que se realizan desde el campamento de La Gloria, 95% de los nidos sería depredados por las personas que se dedican a extraerlos ilegalmente (*hueveros*); en este sentido, es indudable que la integración de la comunidad a estas labores ha significado gran avance en la conservación de estos quelonios y de otros recursos naturales de la región. La participación de las comunidades es una de las prioridades en este Programa, ya que sus pobladores, inducidos por la necesidad económica (o al menos es el argumento que esgrimen), han propiciado al deterioro de sus recursos. Por ello se ha planeado incorporar mayor número de organizaciones y, en su caso, de actores sociales, que vean a la tortuga como un organismo que puede proporcionar más beneficios si se le conserva vivo, que por el comercio de la carne, los huevos y la piel, que han realizado varias generaciones, con el resultado del colapso de las colonias.

La educación ambiental permite llegar al corazón de la familia, sobre todo cuando se trabaja con niños, por lo que durante la incorporación de los distintos grupos de edad en estas actividades, se incide en la

creación de hábitos y procesos de reflexión que contribuyen a modificar su conducta hacia la naturaleza (de la Garza *et al.*, 1992). No obstante, aun cuando hay grandes avances en esta materia, todavía falta mucho por hacer. Por ello se considera necesario incorporar más personal al campamento e involucrar a un mayor número de maestros y alumnos de preparatorias y a universitarios interesados en esta labor. Con este propósito se pretende buscar financiamiento suficiente para fortalecer la campaña de difusión y educación que se desarrolla en las poblaciones costeras.

Las estrategias planteadas en el presente trabajo se han encaminado a la obtención de tres objetivos: el manejo sustentable del Santuario Playón de Mismaloya; incrementar la participación ciudadana en las actividades de protección, tanto de la sociedad en lo general, como de los grupos cercanos al Santuario; e incrementar el financiamiento externo.

Estos tres factores contribuirán a la conservación de los recursos naturales de la zona de anidación y asegurarán en el largo plazo, la permanencia de las tortugas marinas en el santuario Playón de Mismaloya.

Agradecimientos

Como ya se ha mencionado, a lo largo de los años han colaborado instituciones gubernamentales, entre las que se encuentran, la Secretaría de Marina (SEMARINA), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Policía Federal de Caminos y los Ayuntamientos de Tomatlán y Cihuatlán con sus respectivas corporaciones, la Policía Estatal y la Agencia Federal de Investigaciones (AFI). Otra importante contribución ha sido la de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de La Cruz de Loreto, la que se ha mantenido atenta a las necesidades del campamento, lo que ha permitido fortalecer el vínculo de trabajo a favor de las tortugas marinas. También cabe resaltar que son invaluables el trabajo y el esfuerzo realizados por todas las personas que han participado en el Programa Universitario de Protección y Conservación de Tortugas Marinas del CUCSUR, voluntarios nacionales y extranjeros, prestadores de servicio social y prácticas de campo, estudiantes de intercambio, tesistas, comunicadores (prensa, radio y televisión) o personal de la Universidad de Guadalajara, todos ellos desde el inicio de las actividades y de diferentes maneras, han contribuido a mantener el Programa y, por ende, a la conservación de las tortugas marinas.

Referencias bibliográficas

Broderick, A.C., B.J. Godley, S. Reece y J.R. Downie. 2000. Incubation periods and sex ratios of green turtles: highly female biased hatchling production in the eastern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 202:273-281.

Carretero-Montes, R.E. 1996. Growth and mortality of hatchling olive ridleys under captivity during eleven months in Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC,* 387:54-57.

Carretero-Montes, R.E. y J.A. Trejo-Robles. 2000. Hatching and emergence of *Lepidochelys olivacea* from protected and unprotected nests in "La Gloria" (Playón de Mismaloya), Jalisco, Mexico: 1991-1994. Actas del VIII Simposio Internacional de la Tortuga Marina. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC*, 436:1-184.

Carretero-Montes, R.E., J.A. Trejo-Robles., F.A. Silva-Bátiz y F.J. Lopez-Chávez. 2003. Turismo participativo en el campamento tortuguero La Gloria, municipio de Tomatlán, Jalisco. *Memorias del Congreso Internacional sobre el desarrollo del turismo sustentable: evolución, retos y perspectivas (*documento electrónico). Cancún, Quintana Roo, México, del 23 al 25 de mayo de 2003.

Casas-Andreu, G. 1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. *Centro Cienc. del mar y Limnol. UNAM.*, 5(1):1-306. Disponible en: *http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/anales_c/idx_cent.htm*

Cites. 1973. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Firmada en Washington el 3 de marzo de 1973. Texto disponible en: *http://www.cites.org/esp/disc/text.shtml*

Crazts, F. 1982. Embriologycal stages of the marine turtles *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829*). Rev. Biol Trop*., 30(2):113-120.

De la Garza, G., R. Hernández, F. del Real y E. Loa. 1992. El subprograma de educación ambiental en el contexto del programa nacional de protección y conservación de la tortuga marina. En*: Memorias del primer Taller de Educación ambiental para la protección y conservación de las tortugas marinas*. Subsecretaría de Ecología. SEDUE. 65p.

DOF. 1986. Decreto por el que se determinan como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anida y desovan dichas especies*. Diario Oficial de la Federación*. México, octubre 29.

DOF. 2002a. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación.* 6 de marzo.

DOF. 2002b. Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el decreto publicado el 29 de octubre de 1986. *Diario Oficial de la Federación*.16 de julio de 2002.

Fowler, L.E. 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle *Chelonia mydas* at Tortuguero, Costa Rica. *Ecology,* 60(5):946-955.

Galván-Piña, V.H. 1991. *Estudio de la mortalidad embrionaria de* Lepidochelys olivacea *en nidos incubados semi-naturalmente*

en el Playón de Mismaloya, Jalisco, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. UdeG. Guadalajara. 74p.

Godínez-Domínguez, E., R.E. Carretero-Montes, F.A. Silva-Bátiz, S. Ruiz y B. Aguilar. 1993. Crecimiento de neonatos de *Chelonia agassizii* (Testudines: Cheloniidae) en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.,* 41(2):253-260.

Godínez-Domínguez, E., F.A. Silva-Bátiz e I. Enciso-Padilla. 1991. *Manual de técnicas y procedimientos de protección en campo de la tortuga marina en el estado de Jalisco*. Programa Interinstitucional de Protección y Conservación de la Tortuga Marina en el Estado de Jalisco. SEDUE, SEPESCA, COESE, UdeG. Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG. 23p.

González-García, J.R. 1989. *Aspectos físico químicos y microbiológicos del moco presente en la oviposición de tortuga marina (*Lepidochelys olivacea *y* Dermochelys coriacea*) y su implicación en el cultivo*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 69p.

Jiménez-Quiroz, M.C. y R. Márquez-Millán. 2002. Pérdida de marcas metálicas en la tortuga marina lora (*Lepidochelys kempii*) que anida en Rancho Nuevo, Tamaulipas, México. A*nales del Instituto de Biología, Serie Zoología UNAM*, 73(2):193-203.

Limpus, C.J. y J.D. Miller. 1980. Potential problems in artificial incubation of turtle eggs. *Herpetofauna*, 12 (1):23-24.

López-Chávez, F. 2000. *Estructura genética de colonias anidadoras de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en el Pacífico mexicano y centroamericano*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, México. 65p.

López-Hernández, J. 1992. *Estudio del método reducido de siembra de nidos seminaturales de tortuga marina* Lepidochelys olivacea *(Eschscholtz, 1829) divididos e incubados a diferentes profundidades en el Playón de Mismaloya, Jalisco*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 79p.

Márquez-Millán, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. La Ciencia desde México, 144. Fondo de Cultura Económica, México.197p.

McGehee, M.A. 1979. *Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta caretta*).* Tesis de maestría en ciencias, Univ. Central Florida, Orlando. 252p.

Mortimer, J. 2000. Reducción de las amenazas a los huevos y a las crías: Los viveros. En: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donelly (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de tortugas marinas*. Grupo de Especialistas en tortugas marinas UINC/CSE, 4. pp. 199-203.

Prange, H.D. y R.A. Ackerman. 1974. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of green turtle *(Chelonia mydas*) eggs and hatchlings. *Copeia,* 1974(3):758-763.

Richardson, J. 2000. Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción de la anidación. En: K.L. Eckert, K. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. *Técnicas de Investigación y manejo para la conservación de las Tortugas Marina*. Grupo especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE, 4. pp. 9-12.

Shaver, D.J. 1988. Estudio sobre los huevos de tortuga lora colectados en Rancho Nuevo, México e incubados en cajas de poliuretano en Isla Padre, Texas. *Memorias del V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México*. Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán México. pp. 287-289.

Silva-Bátiz, F.A. 1986. *Temperatura pivote para la diferenciación sexual de la tortuga marina* Lepidochelys olivacea *y sus implicaciones en las prácticas de conservación.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UdeG, Guadalajara. 80p.

Silva-Bátiz, F.A., E. Godínez-Domínguez y J.A. Trejo-Robles. 1996. Status of olive ridley nesting population in Playón de Mismaloya, México: 13 year of data. Actas del XV Simposio Anual de la Tortuga Marina. Biology and Conservation. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC*, 387:302-304.

Trejo-Robles, J.A 1993. *Proporción sexual y mortalidad embrionaria en nidos naturales de* Lepidochelys olivacea *en la playa de anidación La Gloria, Jalisco, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 88p.

Trejo-Robles, J.A. 2000. *Mortalidad embrionaria en nidos protegidos de tortuga golfina* Lepidochelys olivacea *en la reserva playón de Mismaloya Jalisco. México*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UdeC, Tecomán. 91p.

Trejo-Robles, J.A., R.E. Carretero-Montes, F.J. Jacobo-Pérez y J.C. Rodríguez-Salgado. 2000. An analysis of protection to the sea turtle at Camp Majahuas, Jalisco, Mexico. Actas del XVIII Simposio Internacional de la Tortuga Marina. Departamento de Comercio de Estados Unidos. *NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC,* 436:215-216.

Trejo-Robles, J.A., R.E. Carretero-Montes y F.A. Silva-Bátiz. 2002. Participación comunitaria en la conservación de las tortugas marinas del Playón de Mismaloya. *De Vinculación y Ciencia. Universidad de Guadalajara.* 4(9):42-53.

Trejo-Robles, J.A., R.E. Carretero-Montes, F. Silva-Bátiz y F. López. 2003. Integración de las comunidades al turismo sustentable: estrategias para combatir la degradación ambienta. Tortugas marinas. *Memorias del Congreso Internacional sobre el desarrollo del turismo sustentable: evolución, retos y perspectivas*. (Electrónico) Cancún, Quintana Roo, México, del 23 al 25 de mayo de 2003.

UICN. 1995. *Estrategia mundial para la conservación de las tortugas marinas*. Grupo de Especialistas de Tortugas Marinas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, UICN/CSE. Arlinton, Virginia. 24p.

Valadez-González, C., F. de Asís Silva-Bátiz, y S. Hernández-Vázquez, 2000. Proporción sexual en crías de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, producida en corral de incubación en la playa de anidación La Gloria, Jalisco, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas Universidad del Zulia,* 34(3): 305-313.

Van Buskirk, J. y L.B. Crowder. 1994. Life-history variation in marine turtles. *Copeia,* 1994: 66-81.

Van der Heiden, A.M., R. Briseño-Dueñas y D. Ríos-Olmeda. 1985. A simplified method for determining sex in hatchling sea turtles. *Copeia*, 1985(3):779-782.

Actividades de protección, investigación y manejo de tortugas marinas en Colima y Jalisco*

*Sergio Aguilar Olguín***
*Estela Carretero Montes*******
*Armando Hernández Corona****
*L. Hernández Jiménez***
*Ma. del Carmen Jiménez Quiroz*****
*René Márquez Millán*******
*Ma. de la Cruz Rivera Rodríguez***
*José Antonio Trejo Robles*******
*Heriberto Santana Hernández*****
*Francisco de Asís Silva Bátiz*******
*Juan Javier Valdez Flores*****

Resumen

Se presentan los resultados de las actividades de conservación y manejo de las tortugas marinas en la costa occidental de México. Las especies observadas en la región son: *Lepidochelys olivacea* (golfina), *Chelonia mydas* (prieta), *Dermochelys coriacea* (laúd) y *Eretmochelys imbricada* (carey). Las primeras actividades de prospección y marcado de tortugas marinas se desarrollaron en 1966 y los primeros campamentos en el Pacífico se instalaron en 1965 en Boca de Pascuales y Boca de Apiza, Colima. En 2005 había 15 campamentos y cuatro playas de Jalisco habían sido declaradas Santuarios. Las colonias más abundantes son las de Boca de Apiza-Chupadero (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco). La tendencia de la anidación ha sido creciente en tres de los cuatro campamentos más antiguos, a pesar de que el saqueo ha sido continuo (en particular en el Playón), y de las fluctuaciones determinadas por los eventos climáticos. El avivamiento promedio en la región ha sido superior a 60%. En todos los campamentos se desarrollan programas de educación ambiental, dentro de los que cabe destacar los del Centro Ecológico de Cuyutlán, que tiene corrales de incubación, así como zonas de exhibición de animales vivos y áreas de esparcimiento. Otras actividades que comienzan a ser exploradas son el ecoturismo y la participación comunitaria en la protección.

Palabras clave: Protección, tortugas marinas, campamentos, costa occidental de México, avivamiento, saqueo, captura incidental.

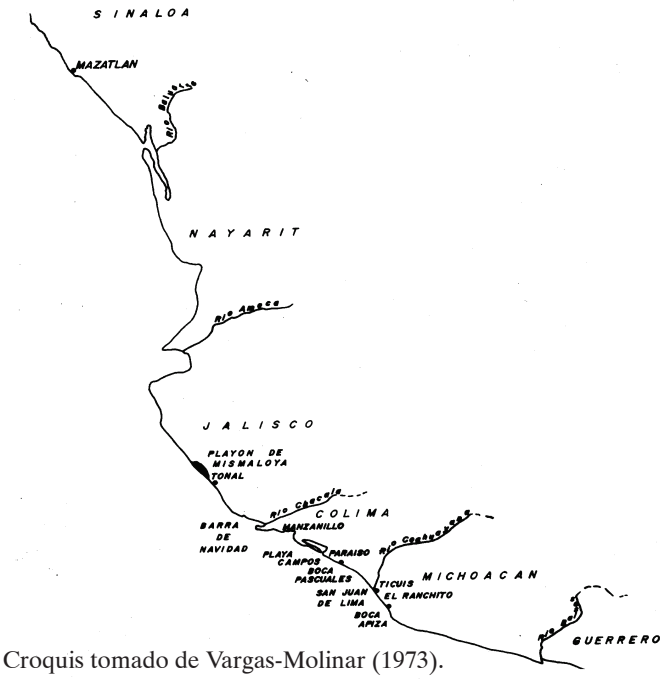
Introducción

En el Pacífico mexicano se encuentran algunas de las colonias más importantes de tortugas marinas del mundo. Los quelonios han sido muy importantes para las poblaciones costeras de la región, porque las utilizaban para alimentarse con la carne y los huevos; sin embargo, como en el resto del país, la demanda por la piel disparó la explotación de estas especies en la década de los sesenta, a tal grado que fue necesario desarrollar las primeras estrategias para protegerlas, una de las cuales fue localizar las playas de anidación más importantes e iniciar los trabajos de investigación y conservación (Márquez-Millán *et al.*, 1976; Márquez-Millán y Jiménez-Quiroz, 2006).

Los trabajos de prospección y marcado realizados en 1966-1967 (Fig. 1) y 1970 (Vargas-Molinar, 1973; Casas-Andreu, 1978) mostraron que en la costa occidental de México (Colima y Jalisco) anidaban las tortugas marinas *Lepidochelys olivacea* (golfina), *Chelonia mydas* (prieta) y *Dermochelys coriacea* (laúd). Empero, a pesar de que se identificaron colonias muy

* El orden de los autores es alfabético.
** Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario. Domicilio conocido. Cuyutlán, Colima. Correo electrónico: tortugacuyutlan@hotmail.com.
*** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Andador 15, núm. 234; Col. Chamizal, Tecomán, Colima. Tel. (313) 32 8 47 41. acorona@conanp.gob.mx, rmontes@costera.melaque.udg.mx
**** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima. CP. 28200, México; Tel: (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: mcjquiroz@hotmail.com; tecaptur@webtelmex.net.mx
***** Comisión Interamericana de Tortuga Marina-Comité Científico. Av. J. Ortiz de Dominquez 245. Fracc. Buenaventura. Ensenada, Baja California. CP 22880. Correo electrónico: lkempii@prodigy.net.mx
****** CUCSUR, UdeG. Gómez Farías 82, San Patricio Melaque, Jalisco. Tel (315)35 5 63 30. Correo electrónico: jtrejo@costera.melaque.udg.mx

Figura 1
Playas recorridas durante las actividades de prospección de 1966 por el personal del Instituto de Investigaciones Biológicas y Pesqueras (hoy INP)



Croquis tomado de Vargas-Molinar (1973).

abundantes de golfina en las playas de Boca de Pascuales (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco), al quedar reducidas al mínimo las arribazones de tortuga golfina, en las décadas de 1970-1980, la importancia de esta región fue relegada, ya que se le dio mayor atención a la playa de La Escobilla (Oaxaca) en la que, con grandes inversiones de dinero, tiempo y esfuerzo, se revirtió la tendencia negativa de las poblaciones (Márquez-Millán *et al.*, 1998). En Colima y Jalisco también se han realizado trabajos continuos e importantes en varias playas de anidación por lo que el objetivo de este manuscrito es presentar algunas generalidades de las especies que anidan en esta región, la historia de las actividades de protección, la tendencia de la anidación de tortuga golfina y negra, así como las actividades de educación ambiental, ecoturismo y enlace con las comunidades que se desarrollan cotidianamente en los campamentos. Finalmente se relatan algunas de las nuevas experiencias en la protección de las tortugas marinas en los albores del siglo XXI.

Especies

Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)). Es la especie de tortuga marina más abundante del mundo (Márquez-Millán, 1990; Limpus, 1995; Valverde y Gates, 1997). La temporada de reproducción se presenta de julio a enero. Las playas de desove más importantes están ubicadas en Boca de Apiza-Chupadero (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco).

Tortuga prieta (*Chelonia mydas* (Linnaeus,1758)). Esta especie fue capturada en grandes cantidades durante las décadas de los años cincuenta y sesenta, y como consecuencia, la población quedó menguada. La temporada de anidación es en otoño. Las principales playas de desove de esta especie se encuentran en Michoacán (Colola, Maruata, y Motín del Oro), y aunque las hembras anidan esporádicamente en las Islas Revillagigedo (Márquez-Millán, 1990; Hirth, 1997) y en las playas de Colima y Jalisco, se considera que la plataforma continental de esos estados es de tránsito (Delgado-Trejo[1], com. pers.) durante las migraciones que ocurren entre Michoacán y el Golfo de California (Márquez-Millán, 1990).

Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)). En la actualidad es el quelonio más grande del mundo y se distribuye en aguas templadas y tropicales. La zona de anidación más importante de esta especie ocurre entre Maruata (Mich.) y el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca). Antes de 1980 anidaban con cierta cons-

1. MC. Carlos Delgado-Trejo. Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

tancia de 10 a 20 individuos por noche, durante la luna nueva, entre octubre y abril, en las playas de Colima (Máquez-Millán *et al*., 1981), pero hoy en día su número se ha reducido a unos cuantos al año.

Tortuga carey (*Eretmochelys imbricada* (Linnaeus, 1766)). La presencia de tortugas adultas de esta especie es esporádica; anida en las islas mexicanas del Pacífico, como las Revillagigedo y en números muy reducidos en territorio continental, aunque se han observado individuos juveniles y subadultos alimentándose en las zonas rocosas y en las áreas arrecifales de Colima (Hernández-Prado[2], com. pers.) y Jalisco, como se pudo constatar con la presencia de tortugas juveniles disecadas y productos de carey en el mercado de artesanías de ambos estados (Márquez-Millán, com. pers).

Uso comercial

En México las tortugas marinas fueron explotadas libremente antes de la década de los setenta; la producción se registró con los siguientes conceptos: tortuga fresca (viva), tortuga seca (carne seca), caguama, golfina fresca (viva), seca (carne seca), piel (principalmente de golfina), aceite, grasa, carapacho (varias especies), carey (generalmente disecadas) y *penca* de carey (escudos). Estas categorías resultan confusas, pero según el lugar de origen es posible identificar la especie correspondiente.

La información publicada sobre el tema es escasa, Montoya (1967) concentró los datos existentes sobre la comercialización de carne fresca, seca y aceite de tortuga marina de todo el país entre 1940 y 1964; sin embargo, el autor sólo menciona las categorías de *tortuga blanca* y *caguama*, aunque por las cantidades registradas en Jalisco y Colima es probable que la mayor parte se refiera a tortuga golfina, ya que la *C. mydas* es más escasa en estos estados. Márquez-Millán (1976a) en un estudio que abarca el periodo comprendido entre 1948 y 1973, informa que en Jalisco y Colima la mayor parte de la captura comercial estuvo formada por tortuga golfina y que en las estadísticas no se menciona la tortuga prieta, debido quizá a que su captura fue inferior a 10%.

La producción registrada de carne de tortuga en ambos estados antes de 1960 era menor a 50 t, mientras que entre 1960 y 1964 alcanzó las 200 t. Y, si bien la cantidad reportada en Colima y Jalisco fue similar, en este último estado el valor económico fue diez veces mayor (Fig. 2 a y b).

En Colima el aceite de tortuga fue registrado esporádicamente entre 1946 y 1958 (Fig. 2c); en ese periodo la producción fue menor a 100 kg, mientras que en los seis años posteriores se duplicó, excepto en 1964 cuando alcanzó casi 900 kg. Por otro lado, el valor de este producto presentó grandes altibajos. En Jalisco, los reportes fueron aún más escasos que en Colima (Fig. 2d), pero los pocos datos existentes muestran que se superaron los 150 kilogramos.

La producción de carne y aceite después de 1964 no aparece en las estadísticas oficiales, pero es probable que haya continuado la tendencia positiva hasta 1967, cuando la explotación de tortuga marina en el país alcanzó su punto más alto (Márquez-Millán, 1996). A partir de ese mismo año empezó un decremento acelerado. Márquez-Millán (1976a) informó que la captura anual promedio obtenida en Jalisco en el periodo 1963-1970 fue de 327 t; en 1968 se alcanzó la captura máxima (467 t) mientras que entre 1969 y 1970 sólo llegó a las 45 t; este autor también señala que desde mediados de 1971 hasta finales de 1972 se decretó veda total a la explotación de tortugas marinas, con el propósito de organizar la pesquería, por lo que en esos dos años no hubo información sobre la captura; no obstante, una vez pasada la veda, alcanzó las 650 t. En Colima la situación fue similar, ya que entre 1963 y 1970 se registraron 287 t en promedio al año; en 1968 se obtuvo la producción máxima (482 t), mientras que en 1969 sólo llegó a las 114 t. En 1973 no hubo datos de captura.

Después de la veda de 1971-1972 una de las primeras medidas tomadas para regular la pesquería fue asignar el recurso en exclusiva a las sociedades cooperativas e instrumentar un sistema de cuotas (Márquez-Millán, 1976a; Márquez-Millán y Villanueva-Osuna, 1982), pero el saqueo de nidos y la captura de hembras disminuyeron la abundancia de las poblaciones a un grado tal que fue necesario decretar la veda total a la explotación de tortuga en 1990 (Márquez-Millán *et al*., 1996; DOF, 1990).

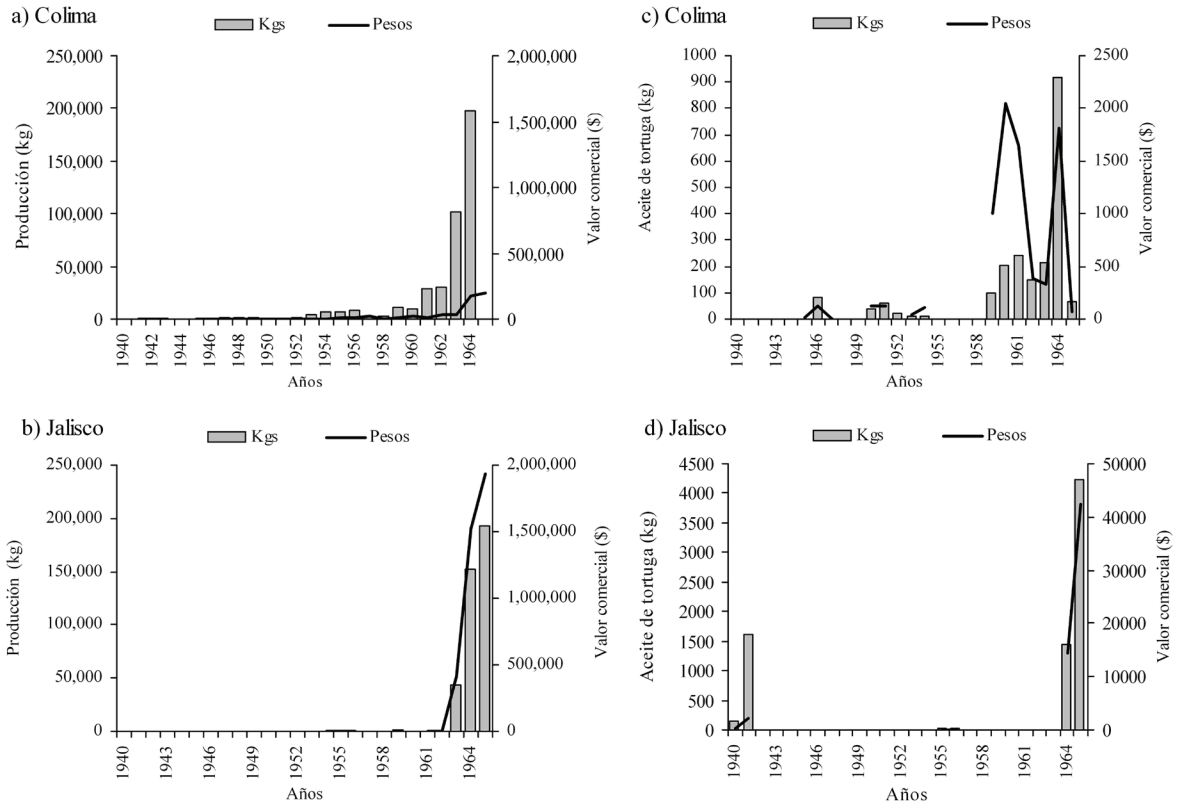
Desafortunadamente, a pesar de las actividades de conservación, la captura ilegal de las tortugas en Jalisco y Colima ha sido constante,[3] particularmente en el Playón de Mismaloya. La magnitud de la depredación de huevos y de la matanza de hembras es desconocida; empero, a menudo se hace mención del tráfico de piel hacia los centros peleteros[4], y cada año aparecen notas en los periódicos locales sobre el con-

2. Fernando Hernándes-Prado. Biólogo marino e instructor de buceo en Manzanillo, Colima.

3. Véase trabajo de Trejo *et al*., en este mismo libro.

4. Véase página 12 del periódico *Público* del 12 de agosto de 2005.

Figura 2
Uso comercial de la carne y aceite, datos recopilados por Montoya (1967)



trabando de huevo[5]. La cobertura de la protección en las playas es variable y depende en gran medida del apoyo de las dependencias oficiales encargadas de la vigilancia, así por ejemplo, en noviembre de 2005, Trejo mencionó que el saqueo de nidos en el campamento La Gloria, en la temporada 2004, representó aproximadamente 27% de la anidación total, pero que al concluir la temporada 2005 llegaría a 40% debido a la disminución de las actividades de vigilancia[6].

Campamentos de la región y estatus de las playas

En Colima se realizaron trabajos de prospección en la década de los años sesenta (Márquez-Millán, 1965; Montoya *et al.*, 1966). Las playas que fueron identificadas como las más importantes fueron Boca de Apiza, Boca de Pascuales, El Paraíso y Campos.

Las actividades de protección en el litoral de este estado se han llevado a cabo desde la década de los años sesenta, en campamentos instalados en Boca de Pascuales y Boca de Apiza (Tabla 1). En la década de los setenta estos campamentos operaron intermitentemente, hasta que en los ochenta se iniciaron las actividades en Boca de Apiza-Tecuanillo, dependiente de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), en la actualidad Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que ha trabajado de manera ininterrumpida desde 1987 hasta 2006. En los ochenta y noventa se instalaron otros campamentos (Tepalcates, Campos, Puerta del Mar y Playa de Oro), dependientes del Instituto Nacional de Ecología (SEDESOL), pero trabajaron sólo pocas temporadas, excepto el de Cuyutlán, que desde 1993 está marchando con el apoyo de diversas instancias. A partir de 2002 comenzó a funcionar el campamento de Manzanillo de la Universidad de Colima y desde 2005 el de la gasera Z-Gas en las inmediaciones del canal de Tepalcates (Mpio. de Manzanillo).

En los últimos años comenzaron a trabajar los grupos coadyuvantes de Protección de Tortugas Marinas que, coordinados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), canalizan los esfuerzos de la sociedad civil, particularmente de los habitantes de las comunidades costeras. En 2006 se

5. Véase página 6 de la sección "Comunidad" del periódico Mural del 14 de septiembre de 2006.
6. Véaser página.7-B del periódico *El Informador* del 21 de noviembre de 2005.

pretendía que toda la costa de Colima estuviera protegida por estos grupos, además del personal de los campamentos que funcionan tradicionalmente.

En Jalisco la zona de anidación más importante, descubierta en diciembre de 1964 (Márquez-Millán, 1965), es el Playón de Mismaloya. Ahí se presentaban desoves masivos de cientos de miles de individuos (*arribazones*) de tortuga golfina, por lo que fue considerada una de las siete playas más importantes del mundo para esta especie; sin embargo, esta colonia colapsó en las décadas de los sesenta y setenta, como resultado de su explotación sin control, tanto en el mar, como en la playa.

En 1966 se realizaron labores de marcado de hembras en la costa de Jalisco y en 1967 se instaló uno de los primeros campamentos tortugueros del país en el Playón de Mismaloya, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras (actualmente Instituto Nacional de la Pesca), como lo mencionan Márquez-Millán *et al.* (1990).

La relevancia del litoral jalisciense es de tal magnitud (Márquez-Millán, 1976b) que el Playón de Mismaloya (69 km), playa Teopa (6 km), Cuitzmala (5.9 km) y el Tecuán (7 km) fueron incorporadas en el decreto presidencial que designó las Zonas de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas (DOF, 1986). Este estatus fue ratificado en el último acuerdo relacionado con el tema (DOF, 2002).

Los campamentos que hoy en día están en funcionamiento iniciaron sus actividades en la década de los ochenta y son financiados por diversas instituciones. La Gloria (coordenadas: 19°56'50" N-105º27'05" O; 19º50'53" N-105º22'6" O) comenzó a operar en 1985, y es dependiente de la Universidad de Guadalajara, mientras que los campamentos de Teopa, Cuitzmala y el Tecuán son manejados por sociedades cooperativas pesqueras y empresas hoteleras privadas (Tabla 2). Por otra parte, desde 1987 se instalaron varios campamentos en Bahía Banderas, tanto en Puerto Vallarta como en Nuevo Vallarta, dependientes del Instituto Nacional de la Pesca[7], la Universidad de Guadalajara y de Organizaciones No Gubernamentales.

Actividades de protección

En 2005 se instalaron 15 campamentos financiados por el gobierno federal (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT), las universidades de Guadalajara y Colima, comités de vigilancia ambiental participativa, Z-Gas y el Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario. Algunos datos históricos sobre la anidación protegida en estos campamentos se muestran en la *tabla 2*, mientras que la ubicación, especies que anidan en su área y algunas otras características en la *tabla 3*.

En todos los campamentos los huevos se trasplantan a los corrales porque de lo contrario se perderían por depredación o robo. La recolección se hace durante recorridos nocturnos, utilizando vehículos todo terreno, caballos o a pie. El número de recorridos y el horario dependen de la capacidad operativa de cada campamento y de la intensidad de la anidación. En la mayoría de los campamentos más antiguos ha habido una tendencia creciente en el esfuerzo ejercido en la protección, ya sea ampliando la duración de la estancia en la playa, mejorando los métodos de transporte o incrementando el personal, todo ello dependiendo del recurso económico con el que se cuente. Así por ejemplo, en el campamento de Cuyutlán la temporada se extendió de cinco a 8.5 meses en el intervalo 1993-2005 y el número de cuatrimotos de uno a tres, aunque cabe mencionar que en 1993 la motocicleta sólo se utilizó dos meses.

En la mayoría de los campamentos se utilizan mallas negras de jardinería para sombrear la totalidad o una parte del corral. Esta medida se empezó a poner en práctica a partir de la década de los noventa, cuando la mortalidad de los huevos se incrementó como consecuencia de las elevadas temperaturas ambientales; no obstante, aún hay polémica sobre su uso, ya que se aparentemente podría modificar la proporción sexual en las crías.

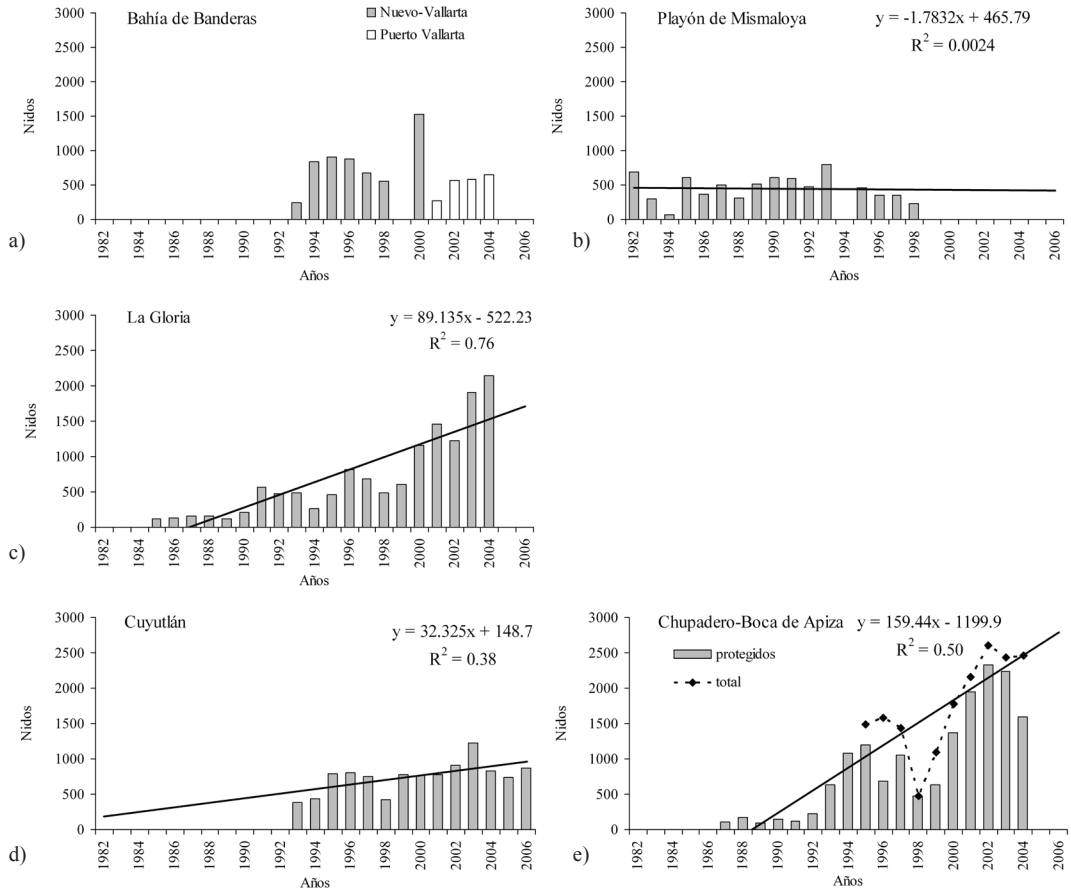
La cantidad de información recolectada en campo es variable, en algunos casos únicamente se lleva el registro del número de nidos, huevos y crías, mientras que en otros también se mide a las tortugas, se marcan y se anota la ubicación del nido. En La Gloria, por ejemplo, además se efectúan censos matutinos para evaluar la frecuencia de anidación y posteriormente inferir el número de hembras (véase el trabajo de Trejo *et al.*, en este mismo libro).

Resultados de la protección en los campamentos de Puerto Vallarta, Playón de Mismaloya, La Gloria, Cuyutlán y Boca de Apiza-Chupadero

El esfuerzo de las actividades de conservación se refleja en el número de nidos totales y protegidos, así como en el porcentaje de eclosión obtenido en cada temporada. Así, en Bahía Banderas, el número de nidos en el campamento de Nuevo Vallarta entre 1993 y 1998 se incrementó en los primeros cuatro años y disminuyó en 1997 y 1998. Entre 2001 y 2004 la tendencia fue creciente (Fig. 3 a).

7. El campamento de Nuevo Vallarta fue transferido del INP a la SEMARNAT en 2001.

Figura 3
Tendencia de la anidación en los campamentos que han trabajado durante más tiempo



Durante el primer periodo las variaciones fueron similares a las mostradas por el campamento de El Verde, ubicado en Sinaloa, las que probablemente son influidas por las fluctuaciones ambientales que ocurren en la desembocadura del Golfo de California (Márquez-Millán *et al.*, 2000).

La anidación en el campamento del Playón de Mismaloya entre 1982 y 1998 muestra amplias variaciones, por lo que no es posible describir alguna tendencia (Fig. 3 b); por otro lado, es probable que sean determinadas por los cambios en el esfuerzo invertido en la protección, particularmente el apoyo económico y el uso de vehículos *todo terreno*.

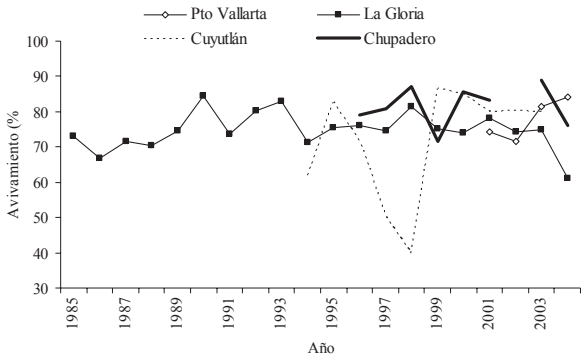
Los campamentos que han trabajado durante más tiempo y con mayor constancia son El Playón de Mismaloya, La Gloria, Cuyutlán y Chupadero-Boca de Apiza. En los tres últimos casos la anidación ha sido creciente (Figs. 3 c, d y e), aunque también muestra cambios bruscos; éstos podrían ser explicados, al menos en parte, por el saqueo en la playa y en el mar.

Los datos de los campamentos de La Gloria y Cuyutlán se refieren a nidos protegidos. El robo de huevo en La Gloria, como ya se mencionó, es elevado. En Cuyutlán, en la década de los noventa, fue en promedio de 13.9%, excepto en 1993 y 1999 cuando alcanzó 20% y 29%, respectivamente. Entre 2000 y 2005 el promedio ha sido de 9.5%. En Boca de Apiza-El Chupadero el porcentaje de depredación entre 1995 y 2004 varió entre 56% (1996) y 9.7% (2001). En la *figura 3e* se aprecia la diferencia entre los nidos protegidos y totales.

Otro factor que puede influir en la abundancia de la anidación es la presencia de eventos meteorológicos globales. En gran cantidad de los campamentos del Pacífico dedicados a la protección de golfina disminuyó el número de nidos durante el evento de El Niño ocurrido entre 1997 y 1998 (Briseño[8], com. pers.; Jiménez-Quiroz *et al.*, 1999), como también ocurrió en los campamentos analizados en este tra-

8. M.C. Raquel Briseño. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. Unidad Mazatlán.

Figura 4
Variaciones en la eclosión de huevos en la región



bajo, ubicados a todo lo largo de la costa de Jalisco y Colima.

El éxito de la eclosión en cuatro campamentos ha sido muy heterogéneo (Fig. 4), aunque con excepción de Cuyutlán, ha sido superior a 60%. La semejanza de las variaciones entre La Gloria y el Chupadero sugiere que están relacionadas con cambios ambientales de escala sinóptica en la costa occidental de México, pero será necesario hacer estudios sobre el tema.

En Cuyutlán el decremento registrado en 1997 y 1998 en la eclosión de las crías, posiblemente estuvo determinado por las dificultades operativas, ya que en la mayor parte de la temporada los recorridos se realizaron a pie, lo que pudo haber reducido la viabilidad de los huevos.

Otras actividades relacionadas con la protección de las tortugas marinas en las playas

Educación ambiental. En la mayoría de los campamentos se realizan programas relacionados con el tema (La Gloria[9], Cuyutlán), dirigidos a estudiantes de varios grados (educación básica y media) o se imparten pláticas en las escuelas y a la comunidad (Manzanillo). Los responsables del tortugario de Cuyutlán han realizado esfuerzos importantes para incluir este tema en la matrícula de la educación básica. En La Gloria, Manzanillo y Cuyutlán también se desarrollan proyectos de investigación con estudiantes de licenciatura y postgrado.

Participación comunitaria. Algunos miembros de las comunidades ribereñas han apoyado los esfuerzos de protección. En Colima se han instrumentado cinco comités de Vigilancia Ambiental Participativa ubicados en Tecuanillo, El Real, Cuyutlán, Salahua/Universidad y Playa de Cocos, que contribuyen en el patrullaje, la colecta y la incubación de nidadas. Algunas sociedades cooperativas de Producción Pesquera también están colaborando en estas actividades, como ocurre en playa del Coco y Majahuas. En La Gloria, la Sociedad Cooperativa de La Cruz de Loreto ha participado desde 1997 en estos trabajos, en coordinación con la Universidad de Guadalajara.

Turismo. El ecoturismo está considerado como una opción económica viable que pueden desarrollar las comunidades ribereñas. En algunos estados del país (como Nayarit) se han construido campamentos que cobran cuotas a los turistas que desean colaborar

Figura 5
Instalaciones del Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario"

a)



b)



Fotografías de María de la Cruz Rivera y John Frost (proporcionada por Don Adams: *http://www.headformexico.com/tortugario-welcome.html*.)

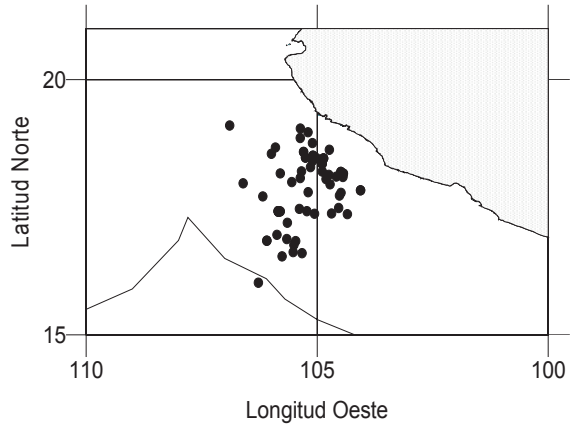
9. Véase la estructura de "La semana de la tortuga" que se desarrolla en La Gloria en el trabajo de Trejo *et al*. en este mismo libro.

en la protección. En la costa de Jalisco y Colima se han realizado esfuerzos en este sentido, pero son relativamente recientes.

En Jalisco varios hoteles de Gran Turismo (Los Ángeles Locos y Cuitzmala, por ejemplo) mantienen corrales de incubación que les sirven de atractivo y que de alguna manera difunden los trabajos de conservación hacia un sector de la sociedad.

El Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario (Fig. 5), constituye un ejemplo muy particular porque desarrolla actividades de conservación e investigación sobre tortugas marinas y otros reptiles (cocodrilos e iguanas), mediante corrales de incubación, además tiene áreas de exhibición y de esparcimiento, y ofrece paseos educativos, en lancha en un área de manglares en la laguna de Cuyutlán.

Figura 6
Posición de inicio de los lances de pesca realizados con palangre de deriva en que se capturaron tortugas marinas durante los periodos marzo de 2003 febrero de 2004 y marzo de 2004–marzo de 2005



Tomado de Santana-Hernández *et al*. (2005).

Actividades de investigación realizadas en la zona pelágica

En 2003 el personal del proyecto de Tecnología de Capturas del CRIP-Manzanillo (Santana-Hernández *et al.,* 2005), inició un proyecto para aminorar la captura incidental de tortugas marinas que ocurre en los palangres que utiliza la flota tiburonera de mediana altura con sede en Manzanillo, Colima. Aunque el proyecto se dirigió a experimentar con diferentes carnadas y tipos de anzuelos, también ha proporcionado información sobre las tortugas en el ambiente pelágico, porque esta flota opera a distancias mayores a las 50 mn de la costa. Se retuvieron 67 tortugas, la mayoría de las cuales fue de ejemplares de *Lepidochelys olivacea*, aunque en el periodo de muestreo 2003-2004 también se capturaron individuos de *Chelonia mydas* (8) y *Dermochelys coriacea* (1). Cabe mencionar que todos los organismos fueron liberados vivos.

La proporción hembra:macho de la tortuga golfina fue de 5.5:1 y 2.7:1, respectivamente, y la mayoría de los individuos eran adultos. Las tortugas negras se obtuvieron en la zona oceánica y una elevada proporción era juvenil y subadulta. La pesca incidental de las tortugas fue mayor entre marzo y abril, probablemente como resultado de los movimientos migratorios de los organismos; y durante el verano, cuando los individuos se estaban aproximando a las playas de Jalisco y Colima para desovar y la flota tiburonera realizaba sus actividades más cerca de la costa, para protegerse durante el paso de las tormentas y huracanes.

Por otro lado, el experimento realizado con tres tipos de anzuelos mostró que el tipo circular se traba en la mandíbula y no en la parte profunda de la garganta, lo que permite liberar a las tortugas con daños menores, y favorece su supervivencia.

Discusión

Las anidaciones y las arribazones en La Escobilla, Oaxaca, se han incrementado casi exponencialmente desde 1990, lo que se considera un indicio de la recuperación de esta colonia (Márquez-Millán *et al*., 1996, 1998); sin embargo, aunque en los campamentos de Colima y Jalisco se ha detectado un crecimiento significativo en la anidación, aún no es posible considerar que las colonias se estén restaurando, debido a que en este último estado las actividades ilegales siguen siendo intensas y los trabajos de conservación han presentado grandes variaciones en el esfuerzo y el apoyo (oficial y privado), como se indica más adelante.

En Colima dos campamentos han trabajado por más de 10 años (Boca de Apiza-Chupadero y Cuyutlán), mientras que otros han sido eventuales o más recientes. La operación de estos campamentos ha dependido de la capacidad para financiarlos. En los primeros años de la década de los ochenta, la SEDUE, y después en la década de los noventa el Instituto Nacional de Ecología, apoyado con un préstamo del Banco Mundial, llegaron a instalar hasta 30 campamentos en todo el país (Anónimo, 1999); cuando este programa de colaboración terminó, se buscaron diversas estrategias para continuar las actividades de conservación, en algunos casos las instalaciones se transfirieron a los municipios (como el de Cuyutlán al de Armería) o se organizaron patronatos de apoyo formados por grandes empresas (Cementos Apasco,

Administración Portuaria Integral, etc.) y fueron absorbidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT y posteriormente transferidos a la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). Las universidades también han apoyado en diversos grados la instalación de campamentos; así, la de Guadalajara cuenta con programas bien establecidos, mientras que la de Colima aún esta tratando de iniciar sus actividades, por lo que el apoyo ha consistido en el salario de los profesores encargados y en la convocatoria de voluntarios, mientras que el dinero ha sido aportado por diversas instancias (véase el trabajo de Quijano *et al*. en este libro); empero, por dificultades financieras el campamento de Manzanillo no operó en la temporada 2006.

En 2005 la Delegación de la SEMARNAT en Colima inició esfuerzos para organizar a todas las instituciones y personas involucradas en el tema. En 2006 estos trabajos han continuado y se pretende establecer talleres para estandarizar los métodos de trabajo, la colecta de información y diseñar estrategias comunes de investigación tanto en la playa,[10] como en la zona pelágica (nerítica y oceánica), una región muy olvidada.

En Jalisco la situación es similar, aunque complicada por la extensión de la costa y la incapacidad de protegerla por parte de las instituciones encargadas de esta función. Existen grupos de personas que constantemente capturan tortugas, con la finalidad de aprovechar la carne, las pieles y el huevo, lo que dificulta las labores de los encargados de los campamentos e incluso ha implicado algunos riesgos para su seguridad personal, aunque no al grado de lo que ocurre en otros estados, como Michoacán y Guerrero.

Agradecimientos

Las actividades de protección en la costa de Colima y Jalisco han sido el resultado del esfuerzo de gran cantidad de personas e instituciones. Este documento menciona de manera muy somera a la gran cantidad de ciudadanos, voluntarios e investigadores que han trabajado en esta región, así como a entidades civiles y comerciales que de una u otra manera han favorecido el desarrollo de estas actividades.

10. Tania Román. Delegación SEMARNAT–Colima.

Referencias bibliográficas

ANÓNIMO. 1999. *Informe del Programa Nacional de Tortugas Marinas.* SEMARNAP-INE. México. 25p.

CASAS-ANDREU, G. 1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, *UNAM,* 5(1):141-157.

BRISEÑO-DUEÑAS, R. y F. A. Abreu-Grobois. 1994. *Las tortugas marinas y sus playas de anidación.* Informe final del proyecto P066. UNAM, CONABIO. Versión electrónica disponible en: *http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP066.pdf*

DOF. 1986. Decreto por el que se determinan como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anida y desovan dichas especies. *Diario Oficial de la Federación*. México, octubre 29, 1986.

DOF. 1990. Acuerdo por el que se establece veda total para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción nacional de los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación,* México, mayo 31, 1990.

DOF. 2002. Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el decreto publicado el 29 de octubre de 1986. *Diario Oficial de la Federación*, México, Julio16, 2002.

HIRTH, H.F. 1997. *Synopsis of the biological data on the green turtle* Chelonia mydas *(Linnaeus 1758).* Biological Report 97(1). Fish and Wildlife Service. Departamento del Interior de Estados Unidos. 120p.

JIMÉNEZ-QUIROZ, M.C., D. Ríos-Olmeda, C. Delgado, R. Márquez-Millán y N. Barajas-Campuzano. 1999. Relación entre El Niño-La Niña y la anidación de las tortuga golfina y negra. *Resúmenes XVI Encuentro Interuniversitario para la Conservación de las Tortugas Marinas.* Acapulco, Gro. 35p.

LIMPUS, C.J. 1995. Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint. En: K.A. Bjorndal (ed.). *Biology and conservation of sea turtles.* Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 605-609.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1965. Algunas observaciones sobre las tortugas marinas de importancia comercial en México. Contribución del INIBP. *II Congreso Nacional de Oceanografía.* Marzo 1965, Ensenada, BC, 22p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1976a. *Estado actual de la pesquería de tortugas marinas en México, 1974*. Instituto Nacional de la Pesca, INP/SI 46. 27p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1976b. *Reservas Naturales para la conservación de las tortugas marinas en México.* Instituto Nacional de la Pesca, INP/SI 83. 22p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1990. *Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date.* FAO Species Catalogue. Vol. 11. FAO Fisheries Synopsis, 125, 81p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica, México. 200p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R. y M.C. Jiménez-Quiroz. 2006. Programa Nacional de Tortugas Marinas. En: P. Guzmán-Amaya y D.F. Fuentes-Castellanos. *Pesca, acuacultura e investigación en México*. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LIX Legislatura- Congreso de la Unión, México. pp. 341-360.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R., M.C. Jiménez y M.A. Carrasco. 2000. *Programa Nacional de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas del*

INP. Informe técnico anual 1999. Informe interno. CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Manzanillo, Col. 54p.

MÁRQUEZ-MILLÁN R., M.C. Jiménez, M.A. Carrasco y N.A. Villanueva. 1998. Comentarios acerca de las tendencias poblacionales de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* después de la veda total de 1990. *Oceánides*, 13(1):41-62.

MÁRQUEZ-MILLÁN R., C. Peñaflores-Salazar y J. Vasconcelos-Pérez. 1996. Las tortugas olivaceas (*Lepidochelys olivacea*) muestran señales de recuperación en la Escobilla, Oaxaca. *Noticiero de Tortugas Marinas*, 73:5-8.

MÁRQUEZ-MILLÁN R., J. Vasconcelos-Pérez y C. Peñaflores-Salazar. 1990. *XXV Años de Investigación, conservación y protección de la tortuga marina*. Instituto Nacional de la Pesca-Secretaría de Pesca, México, 48p.

MÁRQUEZ-MILLÁN R. y A. Villanueva-Osuna. 1982. Situación actual y recomendaciones para el manejo de las tortugas marinas de la costa occidental mexicana, en especial la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea. Ciencia Pesquera*, 3:83-91.

Márquez, R., A. Villanueva y C. Peñaflores. 1976. *Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina* Lepidochelys olivacea *(Eschscholtz. 1829).* INP Sinopsis sobre la Pesca, 2. INP/SI. SAST-Tortuga Golfina, 61p.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R., A. Villanueva-Osuna y C. Peñaflores. 1981. Anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea schlegelii*) en el Pacífico Mexicano. *Ciencia Pesquera*, 1:45-52.

MONTOYA, A.E. 1967. Recopilación de los datos del valor y la captura anual de tortugas marinas en el período 1940-1965. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. SIC. *Boletín del Programa Nacional de Tortugas Marinas,* 1(8):1-38.

MONTOYA, A.E., I.E. Reyna y J.H. Páez-Barrera. 1966. *Marcado de tortugas en el Pacífico Mexicano*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. SIC. *Boletín del Programa Nacional de Tortugas Marinas*, 1(4):1-8.

SANTANA-HERNÁNDEZ, H., J.J. Váldez-Flores y M.C. Jiménez-Quiroz. 2005. *Captura incidental de tortugas marinas en palangres de deriva dirigidos a la pesca de tiburón, en embarcaciones de mediana altura del puerto de Manzanillo: periodo 2003–2005*. Informe interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo-INP, Manzanillo, Col. 24p.

VARGAS-MOLINAR, E. 1973. *Resultados preliminares del marcado de tortugas marinas en aguas mexicanas (1966-1970)*. INP-Subsecretaría de Pesca-SIC. México. 30p.

VALVERDE, R. y C.A. Gates, 1997. Population surveys on mass nesting beaches. En: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu y M. Donnelly (eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles.* IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4. pp. 56-60.

Tabla 1
Cronología de la instalación de campamentos

Campamento	1960				1970										1980										1990										2000					
	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
B. de Apiza[1]	■											■				■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
B. de Pascuales[1]	■	■	■	■	■	■									■																									
Cuyutlán[1]																														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tepalcates[1]																■	■	■	■				■	■																	
Puerta del Mar																											■													
Manzanillo[1]																																					■	■	■	■
Playa de Oro[1]																■	■	■					■	■																
Chamela[2]																■	■	■																						
La Gloria[2]																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mismaloya[2]		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■																
Tehuamixtle[2]																■	■																							
Puerto Vallarta[2]																															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Adaptado de Márquez-Millán *et al*. (1990). [1] Colima; [2] Jalisco.

Tabla 2
Anidación en campamentos que han trabajado por periodos cortos o con interrupciones, con excepción de La Gloria

Año	*Puerto Vallarta UdeG-ONG*	*Nuevo Vallarta, Nay. INP*	*Majahuas UdeG.*	*Chalacatepec INE*	*Playón de Mismaloya, Jal. UdeG (hasta 1991), SEDUE*	*La Gloria, Jal. UdeG.*	*Cuixmala, Jal.*	*Teopa, Jal PNMTM*	*Cocos, Jal., ONG, UdeG, Ayto. Cihuatlán*	*Hotel Ángeles Locos, Jal.*	*Playa de Oro, Col., SEDUE*	*Campos, Col. (incluye al Volantín. SEDUE)*	*Pta. del Mar, Col.*	*Comités de vigilancia ambiental participativa El Real y Cocos*
1982					690									
1983					295									
1984					65									
1985					610	117								
1986					360	135								
1987					500	159								
1988					315	154								
1989					511	113								
1990			361	566	609	210								
1991			550	250	592	560	328							
1992					471	472			150					
1993		246	470	658	799	490	339	90				72	87	
1994		835				261						102		
1995		903	1067	713	455	457	420			8	300	162		
1996		882		502	347	816								
1997		680	852	343	352	685								
1998		559			232	482								
1999						600	370							
2000		1,523				1.163								
2001	275					1.425			200					
2002	565					1.227			197					
2003	585					1.906			200					778
2004	652					2.248			285					

Se incluyen las instituciones responsables de las actividades del campamento en las temporadas en las que se generaron los datos.

Tabla 3
Características de los campamentos instalados en Jalisco y Colima

Playa	*Municipio*	*Coordenadas*	*Periodo*	*Especie (s)*	*Estatus de la playa*	*Extensión protegida (km)*	*Instituciones*	*Actividades*
		Nayarit (Bahía Banderas)						
Nuevo Vallarta	Compostela	(10 km)		Lo			U de G, ONG	Protección, Investigación, Educación Ambiental
		Jalisco						
Vallarta	Puerto Vallarta			Lo		10 (1994)* 26 (2004)	U de G, ONG	Protección, Investigación, Educación Ambiental
Mismaloya	Tomatlán	Entre Ipala (20°14' 00" N y 105°36' 00" O) y Roca Negra (19° 40' 00" N y 105° 15' 00" O (10 km)			Reserva,1986 Santuario, 2002	69	CONANP	Protección
La Gloria	Tomatlán	19ª 56'50"-105º27'05"; 19º50'53"-105º22'6"		Lo, Dc, Cm	Reserva (parte de Mismaloya)	15	Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras Cucsur-U de G	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Majahuas	Tomatlán	19º 50'53"-105º 22'06" 19º47'08"-105º19'		Lo	Reserva (parte de Mismaloya)	10	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Roca Negra"	Protección
Chalacatepec o Cruz de Loreto	Tomatlán	19º43'8"105º17"29"-19º37'21" 105º12'3"	Julio a diciembre	Lo	Reserva (parte de Mismaloya)	12, 5.9	CONANP-SEMARNAT	Protección
Teopa		Entre Punta Careyes en el punto de coordenadas geográficas 19°25'51"N, 105°01'49"O y punta Farallón localizada en el punto de coordenadas geográficas 19°23'48"N, 105°01'51"O. (6 km)		Lo	Reserva,1986 Santuario, 2002	6	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera	Protección
Cuitzmala		Entre Punta Farallón en el punto de coordenadas geográficas 19°23'43"N, 105°01'51"O y la desembocadura del Río Cuitzmala en el punto de coordenadas geográficas 19°21'42"N, 104°59'43"O. (5.9 km)		Lo	Reserva,1986 Santuario, 2002	5.9	Hotel	Protección
El Tecuán	La Huerta	Entre punta El Tecuán y Punta Hermanos 19º18'17" 104º56'8"-19º16'34" 104º52'22"		Lo	Reserva,1986 Santuario, 2002	7	Hotel	Protección

Playa	*Municipio*	*Coordenadas*	*Periodo*	*Especie (s)*	*Estatus de la playa*	*Extensión protegida (km)*	*Instituciones*	*Actividades*
		Colima						
Playa Cocos	Manzanillo	Límite con Jalisco-Playa de Oro		Lo		10	Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras Cucsur-UDEG, Grupos coadyuvantes para la protección de tortugas marinas	Protección, Participación comunitaria
Manzanillo	Manzanillo	Playa de Oro, Playa Salahua y Playa Campos		Lo, Dc, Cm		26 (2004)	Comité de vigilancia ambiental participativa Salahua/Universidad	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Z-Gas	Manzanillo	Playa Tepalcates		Lo,			Z-Gas	Protección
Cuyutlán	Armería	18º51'84" N-103º58'19"O y 104º15'50" N-104º15'50"O.	1/ago.–31/ dic./1993 1/jun.-31/dic. de 1994, 1995, 1996, 1998,1999 1/mayo-31 dic./1997 1/mayo-15/ene. 2001, 2003, 2004, 2005	Lo, Dc, Cm		30 (2004)	UMA-Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
El Chupadero	Tecomán	18º 45' 15" N - 103º 48' 30" O	Julio a diciembre	Lo, Cm, Dc		26 (2004)	SEMARNAT	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Boca de Apiza	Tecomán	18º41'30" N- 103º47'30" O 18º41'30" N -103º44'30" O		Lo, Cm, Dc		16		

Claves: Lo: *Lepidochelys olivacea*, Cm: *Chelonia mydas*; Dc: *Dermochelys coriacea*
Fuente: Briseño-Dueñas y Abreu-Grobois, 1994.

Pesquerías

Crustáceos

Características de la pesquería del camarón en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (1994-1997)

Elisa Andrade Tinoco[*]
Elaine Espino Barr[**]

Resumen

En la laguna de Cuyutlán la pesquería de camarón ha sido una de las más redituables y menos estudiadas, por lo que se analizaron aspectos normativos, socioeconómicos, biológicos y pesqueros. La pesca la realizaban cuatro sociedades cooperativas: una trabajaba con un arte de pesca fijo (Tapo) y las otras tres con atarraya. De la captura, 95% era de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) y el resto de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), por lo que se analizaron como una entidad (*Penaeus spp.*). La relación peso-longitud total fue $P = 0.0062\ L_{tot}^{3.024}$ y los parámetros de crecimiento: $L_\infty = 21.90$, $P_\infty = 69.80$ y $K = 2.30$; la mortalidad total fue de 11.21 año^{-1} para organismos de cinco a 19 cm, la natural de 3.47 y por pesca de 7.74, con una tasa de explotación de 0.69. La curva de selectividad presentó una $L_{50} = 6.68$ cm, lo significa que 50% de los organismos retenidos tiene desde cuatro meses de edad. El reclutamiento ocurría principalmente a finales del verano y durante el otoño. En el periodo de estudio no había veda, el tamaño de malla de las atarrayas era menor al autorizado, el registro de la producción era inadecuado, la red fija no estaba permitida y se toleraba el uso de redes ilegales. El esfuerzo pesquero era muy elevado, por lo que el ingreso *per cápita* y el nivel de vida de los pescadores era bajo. La mayoría de los problemas de la pesquería era de carácter social y persistían en 2006.

Palabras clave: Camarón, Laguna de Cuyutlán, comunidad, normatividad, biología, pesquería.

Introducción

La captura de camarón en bahías, esteros, lagunas y en la línea de costa es considerada una pesquería artesanal o ribereña y aunque existen trabajos sobre ella en el área biológica, son escasos los que analizan también el contexto social y económico. Aún más, en muchos casos la formación de las personas que se dedican a la investigación biológico-pesquera, así como las políticas de investigación y manejo, han impedido apreciar la importancia de un estudio interdisciplinario que refleje la realidad que viven las comunidades de pescadores y cómo influye en el uso del recurso, con el consecuente efecto sobre los organismos sometidos a explotación.

En el caso de la pesquería del camarón de la laguna de Cuyutlán (Colima), los estudios biológico-pesqueros son escasos (Mena, 1979; Ascencio, 1985; Ascencio *et al*., 1987; Baltierra *et al*., 1987) y, por otro lado, se carece de información sobre los aspectos económicos de la pesquería, tales como los costos de producción y los precios de mercado, así como de una caracterización socioeconómica de la población que explota el recurso. Debido a lo anterior, en 1996 se planteó la realización de este trabajo, y con la finalidad de aportar las bases para la elaboración de un estudio integral que oriente y sugiera las políticas de manejo de este recurso. Los objetivos particulares del estudio fueron: identificar los grupos del sector social que participan en la captura de camarón en la laguna, caracterizar sus unidades de producción y los canales de comercialización del producto; obtener estimaciones de los parámetros de crecimiento y mortalidad; definir el esfuerzo pesquero y determinar la captura por unidad de esfuerzo; y elaborar propuestas de desarrollo en el corto, mediano y largo plazos.

* José Cabrera 336, Col. J.J. Ríos III, Villa de Álvarez, Col. CP. 28984. Correo electrónico: elisaandrade@prodigy.net.mx

** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima CP. 28200, México; Tel. (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com

Métodos y materiales

La investigación constó de cuatro líneas principales, por lo que los métodos aplicados en cada una de ellas se presentan a continuación.

Normatividad (marco legal)

Se revisó la normatividad que rige la captura de camarón: la Ley de Pesca y su Reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas del Sector Pesca (DOF, 1992 a y b).

Aspectos socioeconómicos

Formas organizativas que participan en la captura de camarón. La información necesaria para identificar a los grupos del sector social que explotaban el recurso se obtuvo en la Subdelegación de Pesca en Manzanillo[1]. Allí proporcionaron los datos de las sociedades cooperativas autorizadas, el número de socios y de pescadores libres amparados en cada una de ellas, así como la cantidad de embarcaciones y artes de pesca registrados. También se recopiló información sobre la organización de las sociedades cooperativas y la población de pescadores por medio de entrevistas directas a los dirigentes cooperativistas.

Características de la actividad pesquera y de los aspectos socioeconómicos de la población. Mediante la aplicación de cuestionarios a los pescadores se obtuvo información socio-económica y se determinaron las unidades de producción, los costos y las formas de comercialización del producto. A lo largo de casi dos años (marzo de 1996–diciembre de 1997), se mantuvo contacto directo con los pescadores, y se realizaron entrevistas abiertas y dirigidas con informantes clave, así como conversaciones informales con socios de las cooperativas y con pescadores libres amparados[2].

Aspectos biológicos

En la laguna de Cuyutlán se encuentran dos especies de camarón: el café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) y el blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Pérez-Farfante y Kensley, 1997). En estudios previos la proporción del camarón café fue de 90.46% (Ascencio *et al*., 1987) y de 99.38% (Baltierra *et al*., 1987), por lo que en este trabajo ambas especies se manejaron como un solo grupo, denominado arbitrariamente como *Penaeus*, porque así se registran ante las autoridades correspondientes. Este criterio se basó en el trabajo de Jiménez-Badillo y Gracia (1995), quienes analizaron cuatro especies de charales del Lago de Pátzcuaro, Mich., empleando al género *Chirostoma* como la unidad de estudio, debido a las dificultades para distinguir las especies dentro de la captura y con base en sus características ecológicas equivalentes.

Muestreos biológicos. Las recolectas en campo se realizaron entre marzo de 1996 y abril de 1997; en los primeros seis meses la frecuencia de los muestreos fue quincenal, mientras que el resto fue mensual. Todas las muestras (N = 16) se obtuvieron en el dispositivo camaronero llamado El Tapo, ubicado en una de las entradas de agua marina a la laguna (Fig. 1); los organismos se obtuvieron de las capturas comerciales, mediante la técnica de muestreo masivo (Cohen, 1996; McDonald, 1969; McDonald y Pitcher, citados en Erzini y Castro, 1991). Las medidas consideradas fueron la longitud total (cm) y el peso (g). Se identificaron las especies con las claves de Hendrickx (1996), para determinar la proporción de cada especie. También se efectuó un muestreo masivo de camarón en otra entrada de agua marina a la laguna denominada El Túnel (Fig. 1) para comparar la relación talla-peso de los organismos de ambas localidades, mediante una prueba *t-Student* (Mendenhall, 1987; Daniel, 1991; Zar, 1996).

Composición por talla y peso. Se describió mediante el análisis de los parámetros estadísticos básicos (mínimo, máximo, promedio y desviación estándar) de la longitud y el peso de los ejemplares recolectados.

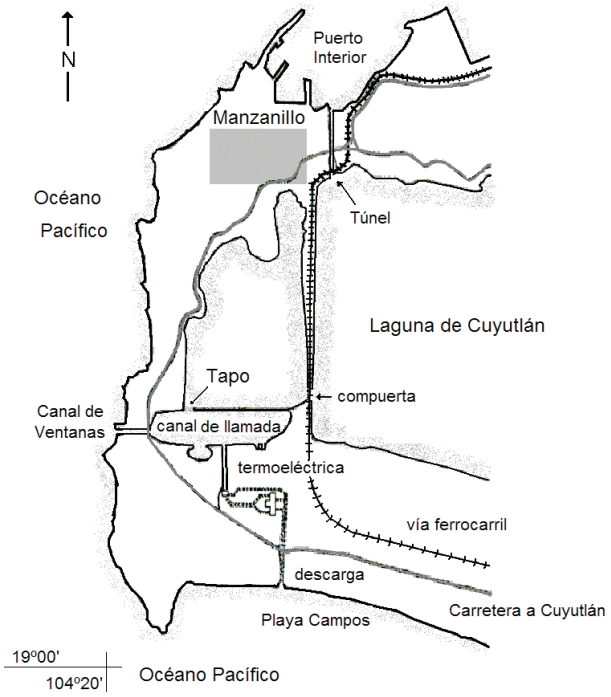
Parámetros poblacionales. La relación longitud total (L_{tot})-peso (P) se calculó con la fórmula $P = a\, L_{tot}^{b}$ (Pauly, 1983a y Sparre y Venema, 1995). El crecimiento de la población de camarón se estimó en longitud y peso con las ecuaciones de Von Bertalanffy (Gulland, 1971; Jones, 1981; FAO, 1982; Csirke, 1980; Sparre y Venema, 1995), cuya expresión matemática es:

Ec. 1 $$L_t = L_\infty [1- e^{-K (t - to)}] \text{ y } P_t = P_\infty [1- e^{-K (t - to)}]^b$$

Donde: L_t (P_t) = longitud (peso) al tiempo *t*; L_∞ (P_∞) = longitud (peso) infinita o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota, controla la forma de la curva, t = tiempo;

1. En el período de estudio esa oficina pertenecía a la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), actualmente es parte de la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Alimentación y Pesca (SAGARPA).
2. Estos pescadores no forman parte de agrupación alguna, pero las sociedades cooperativas les tramitan una credencial ante las autoridades correspondientes para permitirles la captura de camarón y su acopio.

Figura 1
Ubicación del Tapo en la Laguna de Cuyutlán, Colima



t_0 = longitud teórica en la edad 0, la cual es una constante de integración carente de significado biológico; b = parámetro de la relación longitud-peso. Los parámetros se calcularon con el programa ELEFAN I (Pauly y David, 1981; Pauly, 1987). La mortalidad total (Z) se estimó mediante la curva de captura convertida a longitud, propuesta por Pauly (1983b, 1984 a y b).

Ec.2 $\quad \ln C(t,t+1) = g - Z \cdot t$

La mortalidad natural se calculó con la ecuación empírica de Pauly (1980):

Ec. 3 $\quad \ln M = -0.0152 - (0.279 \ln L_\infty) + (0.6543 \ln K) + (0.463 \ln T°)$

La temperatura (T°) promedio anual del agua se calculó a partir de los resúmenes mensuales publicados por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1983-1991)

La mortalidad por pesca se despejó de

Ec. 4 $\quad Z = F+M$, donde $F = Z - M$

La curva de selectividad se obtuvo mediante el ajuste a la ecuación logística (Ricker, 1975; Gulland, 1983):

Ec. 5 $\quad S'(L) = 1/(1 + e^{(S'1 + S'2(L))})$

Donde: S' = selectividad; L = longitud del organismo (o clase de talla); S'1 y S'2 son las constantes de la ecuación lineal que relaciona el tamaño de la malla de la red y de los organismos capturados (Sparre y Venema, 1995). El resultado se presenta como la talla promedio en que el organismo escapa de la red a través de la malla. En términos prácticos, L_{50} es la talla a la que la probabilidad de escape es la misma que la de enmalle.

El crecimiento, la mortalidad y la curva de selectividad se estimaron mediante el programa de cómputo FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools, Gayanilo *et al*., 1996).

Aspectos pesqueros

Los datos sobre la producción anual de los periodos 1994-1996 y 1998-2004 se extrajeron de los avisos de arribo que entregan las cuatro sociedades cooperativas (SC) a la Subdelegación de Pesca. Para evaluar la fidelidad de los datos oficiales, los datos del intervalo 1994-1996 se compararon mediante un Análisis de Varianza de una Vía (ANDEVA), con la captura de 29 pescadores de una de las cooperativas autorizadas para capturar camarón en la Laguna de Cuyutlán, registradas en los muestreos *in situ*. Posteriormente se calculó la producción anual promedio por pescador y se multiplicó por el número total de pescadores dedicados a esta actividad. El esfuerzo pesquero se definió como el número de pescadores que trabajaron por día. La captura obtenida por pescador por día de pesca (kg·persona-día^{-1}) entre 1994 y 1996 fue utilizada como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Los aspectos principales de la problemática imperante en 1996 fueron contrastados con la situación de 2006 a través de entrevistas con pescadores y personal de la Secretaría de Economía de Colima.[3]

Resultados

Marco legal que rige la actividad

La captura de camarón depende de un permiso que se otorga, por medio de la CONAPESCA, a quienes lo solicitan. Hasta 1992 el recurso estaba restringido exclusivamente a las sociedades cooperativas, pero a

3. Pedro Figueroa-Fuentes. Director de Fomento Pesquero de la Secretaría de Economía del estado de Colima.

partir de la modificación de la Ley de Pesca de ese año, puede ser aprovechado por particulares. El Reglamento de la Ley de Pesca (RLP) establece que los permisos para la pesca comercial pueden durar hasta cuatro años, pero según la Subdelegación de Pesca en Manzanillo, Colima, los permisos para la captura de camarón en la laguna de Cuyutlán se extendían por dos años, previo pago de $371.00 por el permiso, más una cuota de $34.00 por cada embarcación registrada (octubre de 1997). La aprobación tenía lugar en la ciudad de México y en ese año no se autorizaron nuevos permisos para esta laguna.

En el periodo de estudio ningún permiso avalaba la instalación del Tapo a pesar de que ya tenía más de una década operando sin que se evaluara su funcionamiento. En 1982 las autoridades permitieron su construcción con fines experimentales y sólo en la temporada 1984-1985 se cuantificó su producción (Ascencio, 1985). Actualmente el Tapo es una de las causas fundamentales de conflicto entre los pescadores, ya que no todos tienen acceso al mismo.

En lo que se refiere a vedas y zonas de refugio, los artículos 86 y 87 del RLP y la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993, DOF, 1993) establecen las épocas y zonas de veda, precisando su carácter temporal o permanente, con el propósito de proteger a los reproductores y juveniles. Desde 1988 no se aplica la veda de camarón en la laguna de Cuyutlán, a pesar de que hasta ese año entraba en vigor al mismo tiempo que la del camarón de alta mar. Esta medida se suspendió debido a un acuerdo verbal entre el entonces delegado de Pesca y los pescadores "porque en la laguna de Cuyutlán el camarón se veda solo", según argumentos de los mismos pescadores.

Respecto a los sistemas o métodos de pesca autorizados, la NOM 002-PESC-1993 permite la captura dentro de los sistemas lagunares y estuarinos con atarrayas con un tamaño de malla mínimo de pulgada y media (38.1 mm) en todas sus partes (DOF, 1993). En la laguna de Cuyutlán se utilizaban redes de cuchara y atarrayas con un tamaño de malla de una pulgada. El empleo de la red de cuchara en el Tapo fue permitido por la Subdelegación de Pesca, basándose en la opinión técnica del CRIP-Manzanillo (Salgado *et al*., 1996a). En el caso de las atarrayas de una pulgada no existe autorización para su uso en la laguna.

Durante el periodo de estudio se observó el uso clandestino de redes corrienteras,[4] en la zona conocida como La Compuerta; éstas se fijaban al fondo de manera tal, que permanecían ocultas a simple vista, y sólo se utilizaban durante el desplazamiento del camarón en ciertas fases de la luna, lo que era causa de conflictos entre los pescadores y entre éstos con las autoridades.

Aspectos socioeconómicos

Formas organizativas que participan en la captura de camarón. En la *tabla 1* se presenta una lista de las SC con permiso para capturar camarón durante el periodo de estudio, así como la cantidad de embarcaciones y artes de pesca autorizados. Se muestra también el número de socios registrados y el número de pescadores libres amparados por cada SC. Sólo una de estas organizaciones se dedicaba también a la extracción de escama y jaiba. La Subdelegación de Pesca reconocía la existencia de una SC sin permiso que pescaba y comercializaba camarón, así como de pescadores libres amparados por las SC; estos trabajadores generalmente eran hijos, familiares o amigos de los socios. De los pescadores, 49% era de tiempo completo y el resto sólo acudía a la laguna cuando abundaba el camarón (Tabla 1). Cabe mencionar que no existían permisionarios autorizados para capturar el recurso.

Tabla 1
Relación de sociedades cooperativas con autorización para capturar camarón en la Laguna de Cuyutlán, Col. (1994-96)

Cooperativa	*Embarcaciones*	*Equipos*	*Socios/ Pesc. Lib.*	*Pesquería*
1	23	25	29/60	Escama, jaiba y camarón
2	8	15	20/47	Camarón
3	10	24	18/2	Camarón
4	6	18	39/0	Camarón
Total	47	82	106/109	

Fuente: Delegación de Pesca Oficina Manzanillo.

Todas las cooperativas tienen la misma estructura organizativa: Asamblea General, Consejo de Administración y Consejo de Vigilancia, pero el grado de organización dentro de cada una de ellas era muy diferente. En el texto se mencionan las agrupaciones como SC1, SC2, SC3 y SC4. En la SC1 era condición para no ser dado de baja como socio, así como para los pescadores libres amparados, entregar sus productos para que ésta los vendiera directamente al consumidor, a locatarios y a intermediarios, incluso de otros estados, y de esta manera la sociedad obtenía una ganancia sobre el precio pagado al pescador. En las SC2, SC3 y SC4 cada socio o pescador libre amparado podía

4. Artes de pesca fijas, que consisten en un paño con tamaño de malla menor al reglamentario, de 10 a 20 m de longitud, fijas al fondo y montadas sobre una estructura rígida.

vender sus productos al mejor postor, pero tenía la obligación de reportar el volumen de camarón capturado y pagar una cantidad por cada kilogramo; sin embargo, algunos pescadores reportaban cantidades menores o, en el mejor de los casos, informaban de manera extemporánea. La SC4 no amparaba a pescadores libres.

El producto se vendía fresco y sólo una pequeña proporción se comercializaba en hielo o congelado.

Las cooperativas manejaban cuotas de inscripción por socio y sólo en la SC1 se entregaba un incentivo económico al finalizar el año, proporcional al volumen de captura entregado. Los pescadores libres amparados sólo pagaban su credencial, pero no obtenían el estímulo mencionado.

Los miembros de las SC2, SC3 y SC4 se organizaron y construyeron pequeños restaurantes (*enramadas* o *palapas*) a la orilla de la laguna para ofrecer los productos pesqueros cocinados (aunque no todos se obtenían en la laguna). Inicialmente estos negocios eran atendidos por los mismos socios, por turnos, de esa manera todos tenían oportunidad de obtener ingresos adicionales a la pesca mediante un salario. Sin embargo, posteriormente esos puestos de trabajo quedaron en manos de unos cuantos y actualmente funcionan como pequeños negocios familiares o las instalaciones se rentan a algún particular.

Características de la actividad pesquera. Durante el periodo de estudio la captura de camarón se realizaba en plataformas o tarimas de madera de aproximadamente 1.5 x 1.5 m (en la mayoría de los casos), en embarcaciones propias o directamente mediante lances de red dentro del agua; se pescaba al anochecer y en la madrugada, durante el flujo de la marea; el camarón se atraía con la luz de una lámpara de diesel. En 2006 se trabajaba de la misma manera.

Como resultado de las entrevistas individuales aplicadas a 40 pescadores se determinó que 95% de ellos se dedicaba durante todo el año a esta actividad, 100% a la pesca de camarón, 50% también capturaba escama y 32.5% jaiba. Las embarcaciones empleadas eran pequeñas de tres a cuatro metros, de madera, fibra de vidrio o ambos materiales y eran impulsadas por remo. Su valor fluctuaba entre $1 000 y $2 500. La frecuencia con que recibían mantenimiento (lavado y en ocasiones pintura) variaba entre tres y 12 meses, con un costo de $100 a $500. El mantenimiento de los artes de pesca era variable, dependiendo de los daños que sufría el paño y su costo de reparación fluctuaba entre $20 y $50 por semana. La inversión diaria para la pesca era por el uso de diesel, con un gasto de uno a diez pesos dependiendo del tiempo invertido en la actividad, ya que algunos pescadores sólo trabajaban dos o tres horas por día, mientras que otros hasta ocho horas, dependiendo de la disponibilidad del recurso.

Sólo 40% de los pescadores manifestó haber recibido algún tipo de capacitación en administración, y de manera aislada se mencionó algún curso sobre motores, documentación, contabilidad, supervivencia y cooperativismo, impartidos por la Secretaría de Pesca, y uno por la Secretaría del Trabajo, pero se detectó que los conocimientos no se habían aplicado. De los entrevistados, 100% manifestó no estar recibiendo algún tipo de asesoría.

Aspectos socioeconómicos de la población pesquera. La mayoría de los pescadores era originaria de Manzanillo, Colima, y sólo unos cuantos eran de los estados vecinos de Jalisco y Michoacán. Su edad variaba entre los 24 y 74 años, y su experiencia como pescadores entre cinco y 66 años. Aproximadamente 31% no tenía educación primaria, 42% contaba con ésta, 11% con secundaria y 9% con bachillerato; además había un técnico y otra persona con una carrera universitaria incompleta. La mayoría eran casados, 35% con cuatro dependientes económicos, 18% con tres, 9% con dos, 12% con uno, 11% con cero y el restante 15% con cinco a 13. Los dependientes económicos eran familiares directos (esposa e hijos), dedicados a las labores del hogar o al estudio, pero aproximadamente 25% de ellos tenía una actividad adicional, que les generaba ingresos. La escolaridad de los dependientes estaba estructurada de la siguiente manera: niños en edad preescolar o menor, 14%; niños en primaria y secundaria, 27%; alumnos de bachillerato, 6%; adultos con primaria y secundaria 16 y 26%, respectivamente; analfabetas 9% (entre los 14 y los 80 años de edad); el restante 2% no supo informar.

En cuanto a las condiciones de vivienda de los pescadores, se encontró que 92.5% tenía vivienda propia con casi todos los espacios comunes y necesarios en ellas; pero en cuanto a servicios, 7.5% no tenía alguno; 20% carecía de agua potable dentro de su vivienda, 2.5% no tenía drenaje y 7.5% contaba con fosa séptica; el resto disponía de todos los bienes y servicios, como luz, gas, refrigerador, radio y televisión (62.5%), y con el servicio telefónico, 32.5% de los pescadores.

La mayoría de las viviendas (80%) estaba construida de bloque o tabique, dos eran de madera (5%), dos de ambos materiales (5%), y una de madera y cartón (2.5%). El techo era de cemento en 50% de los casos, 15% de lámina de cartón, 15% de lámina de asbesto y 15% de la combinación de dos materiales. El piso era de cemento en 60% de las casas, 20% contaba con mosaico, 7.5% con ambos tipos de material, y 5% era de tierra.

De los pescadores entrevistados, 45% tenía una actividad principal de tiempo completo: albañil, estibador, vendedor, tendero, empleado, cocinera, electricista, herrero e incluso un técnico dental. Cabe señalar que la mayoría de las personas que se dedicaban exclusivamente a la captura de camarón no eran pescadores de tiempo completo, ya que tenían otro trabajo estable, y la captura de este crustáceo era una actividad complementaria, por la que recibían un ingreso importante.

Aspectos biológicos

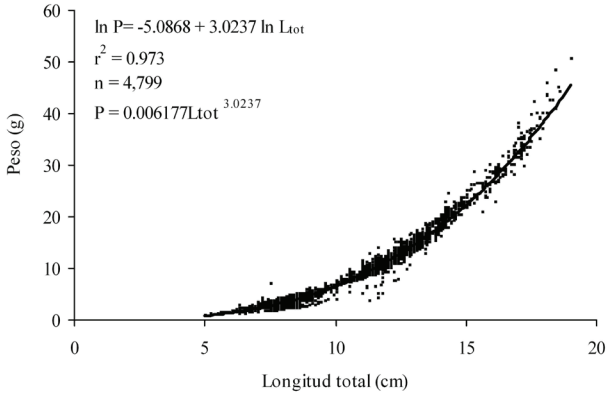
Composición por talla y peso. La proporción de las especies fue de 95% de camarón café y 5% de camarón blanco En los 16 muestreos se obtuvieron 4 806 organismos, cuya longitud varió entre cinco y 19 cm, el promedio ($\bar{X}$) fue de 9.68 cm y la desviación estándar (DE) de 2.39 cm. El peso fluctuó entre 0.9 y 50.5 g, con un de $\bar{X} \pm DE$ 7.28$\pm$ 6.66 g.

Relación talla-peso. La relación general entre la longitud total (L_{tot}) y el peso (P) de la población de *Penaeus* (Fig. 2), quedó expresada en las siguientes ecuaciones:

Hembras	$P = 0.0057\ L_{tot}^{3.050}$	$r^2 = 0.991$; N = 519; $p < 0.05$
Machos	$P = 0.0066\ L_{tot}^{3.001}$	$r^2 = 0.988$; N = 493; $p < 0.05$
Todos	$P = 0.0062\ L_{tot}^{3.024}$	$r^2 = 0.973$; N = 4799; $p < 0.05$

No existió diferencia significativa ($t_{493,\ 0.05} = 0.587$; $p > 0.05$) entre los organismos capturados en el Tapo y El Túnel; el valor de la pendiente (b) de la regresión para los organismos de El Túnel fue de 3.06 y para los del Tapo de 3.04, por lo que los resultados pueden aplicarse a toda la laguna. El crecimiento es de tipo isométrico.

Figura 2
Relación talla-peso de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.



Parámetros poblacionales. Las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso para la población de camarón fueron (Tabla 2, Fig. 3):

$$L_{tot} = 21.90\ [1 - e^{-2.30\ (t + 0.053)}]\ y$$
$$P = 69.80\ [1 - e^{-2.30\ (t - 0.053)}]^{3.024}$$

La mortalidad total fue de 11.21 año^{-1} para organismos de cinco a 19 cm, la mortalidad natural de 3.47 y la mortalidad por pesca de 7.74, con una tasa de explotación de 0.69.

En cuanto a la curva de selectividad se encontró que L_{25} = 6.26 cm, L_{50} = 6.68 cm y L_{75} = 7.12 cm, con un intervalo de selección de 0.85 y un factor de selección de 2.63, lo que significa que los organismos capturado con esta malla son aún pequeños y no han alcanzado el cuarto mes de edad, mucho menos la edad adulta y la madurez reproductiva.

Figura 3
Curvas de crecimiento en longitud y peso de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.

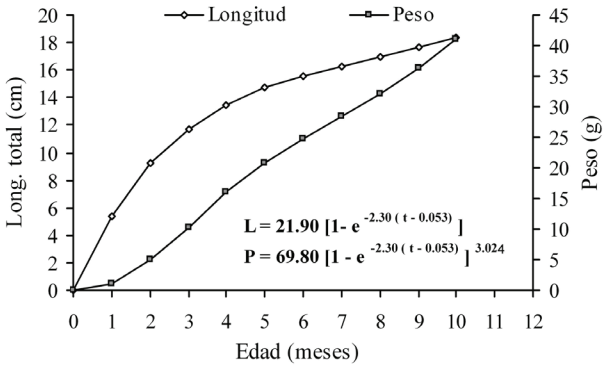


Tabla 2
Tasa de crecimiento en función de la edad de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.

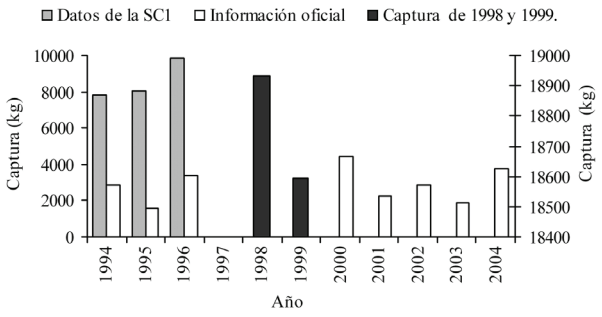
Edad (Meses)	*Talla (cm)*	*Tasa de crecimiento (cm·mes^{-1})*	*Talla media (cm)*
1	0.27		
2	5.43	5.16	2.85
3	9.23	3.81	7.33
4	11.65	2.43	10.44
5	13.49	1.83	12.57
6	14.69	1.20	14.09
7	15.56	0.87	15.13
8	16.25	0.69	15.91
9	16.92	0.69	16.59
10	17.64	0.72	17.28
11	18.37	0.72	18.01

Aspectos pesqueros

Producción. Los datos proporcionados por la Subdelegación de Pesca en el estado de Colima indican que la captura anual de camarón tuvo variaciones abruptas entre 1994 y 2004. En la *figura 4* se muestra que esas fluctuaciones podrían englobarse en tres etapas: durante la primera (1994-1996) la producción promedio fue 2.62±0.92 t; en la segunda, correspondiente a 1998 y 1999, fue de 18.76±0.23 t; mientras que en la tercera (2000-2004) de 3.04±1.07 t. En contraste, la información proporcionada por 29 pescadores durante los muestreos fue de 8.56±1.13 t de 1994 a 1996; aunque presentó una tendencia similar, fue significativamente más elevada ($F'_{0.05;\ g.l.:1,4} = 49.50$, $p = 0.002$).

La producción de los cooperativistas para el periodo de estudio (32.17 t) fue calculada a partir de la captura promedio anual por pescador (0.295 t), multiplicada por el número de miembros (109 personas). Considerando que los pescadores registrados eran aproximadamente la mitad de los que trabajaban en la laguna (si se consideran 215 pescadores como 100% del esfuerzo, la producción real aproximada sería de 63.5 t), la diferencia entre el valor calculado y el obtenido de los avisos de arribo (7.87 t) sugiere que los datos oficiales fueron una fracción muy pequeña de la captura total de camarón.

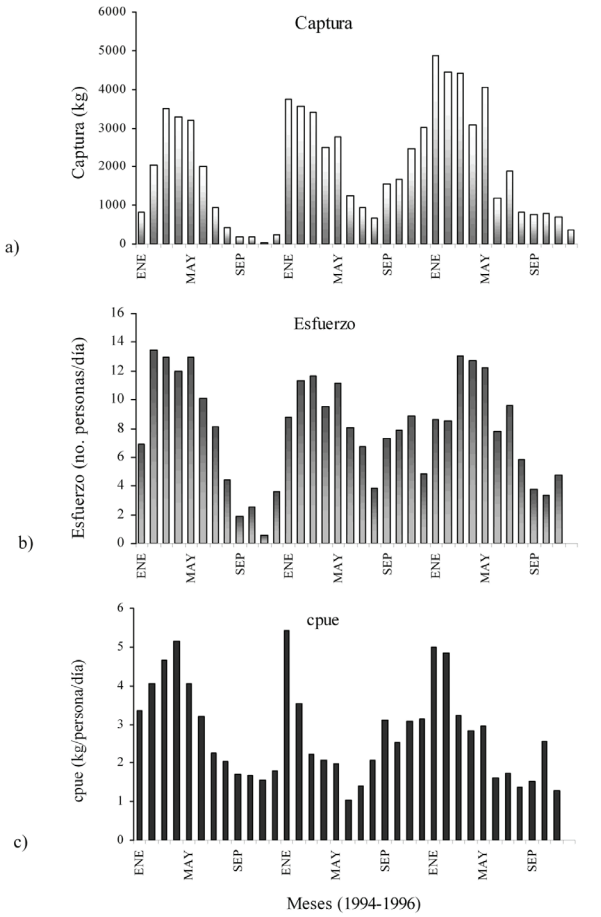
Figura 4
Captura anual de camarón en Colima de 1994 a 2004



Datos obtenidos a partir de los avisos de arribo entregados por los pescadores a la Subdelegación de Pesca (barras blancas) obtenida de los libros de una cooperativa (barras grises), ambos en el eje de la izquierda; capturas extraordinarias de los avisos de arribo para 1998 y 1999 (barras negras) en el eje de la derecha.

En la *figura 5a,* que describe la captura mensual obtenida de los libros de la SC1 entre 1994 y 1996, se aprecia que el recurso fue más cuantioso en los primeros meses del año; no obstante, los pescadores mencionaron que era más abundante en octubre, noviembre y diciembre, si bien esto no coincidió con los datos registrados. Por otro lado, en cada mes la captura fue mayor durante los días en que la luna se encontraba en cuarto menguante, luna nueva y plenilunio; lo que indica que el reclutamiento al arte de pesca era cíclico; no obstante, como lo ejemplifica la *figura 6a*, que presenta la producción de los socios de una cooperativa, los volúmenes de captura eran muy variables.

Figura 5

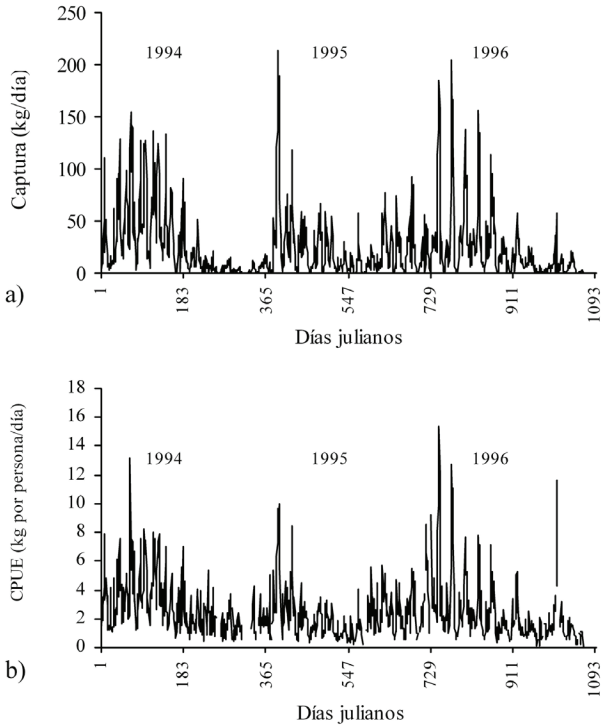


Volúmenes de a) captura de camarón, b) esfuerzo y c) captura por unidad de esfuerzo de la cooperativa SC1 de la Laguna de Cuyutlán. Los datos de 1994 representan aproximadamente 70% de los registros de producción de camarón, los de 1995, 85%, y 1996, 95% del total de la laguna.

El reclutamiento de postlarvas de camarón a la laguna se presentó durante todo el año; empero, durante el periodo de estudio fue mayor en los últimos

cuatro o cinco meses de cada ciclo anual (al final del verano y en el otoño), ya que estos organismos se capturaron de enero a junio (reclutamiento al arte), principalmente (Fig. 5a). Esto sugiere que la reproducción de *F. californiensis* ocurre durante los últimos meses de cada año en esta zona del océano Pacífico.

Figura 6



Volúmenes de a) captura y b) captura por unidad de esfuerzo de camarón de una cooperativa de la Laguna de Cuyutlán

El beneficio económico obtenido por los pescadores durante el periodo 1994-1996 se calculó de manera aproximada. El precio promedio ponderado del kilogramo de camarón en esos años fue de $24.00, $30.00 y $36.00, respectivamente. Si se supone, de manera conservadora, que la captura anual promedio fue de 30 t (considerando los datos de captura mencionados, la pesca furtiva y la no registrada), los ingresos de cada uno de los años serían de $720 000, $900 000 y $1 080 000, en ese orden. Los ingresos por pescador, obtenidos de dividir esos montos entre 215 personas, se calcularon en $3 349, $4 186 y $5 023 por año, lo que equivale a $10.70, $13.37 y $16.05 por día. El salario mínimo vigente fue de $12.89 en 1994, $15.15 en 1995 y $18.83 en 1996 (promedio ponderado), lo que es un indicador de la importancia del recurso en la localidad

Esfuerzo pesquero. El número de pescadores que capturó camarón por día se utilizó como indicador del esfuerzo (Fig. 5b). Sin embargo, esta estimación fue parcial porque sólo se contó con información incompleta de una SC, porque no se consiguió la totalidad de los registros; los datos de las demás cooperativas no fueron confiables. La serie del esfuerzo pesquero presentó la misma tendencia que la captura total durante los tres años analizados.

Captura por unidad de esfuerzo. La CPUE se consideró como la pesca promedio diaria obtenida por individuo (kg·pescador-día^{-1}); las variaciones de este indicador fueron similares a las de los volúmenes de captura y el esfuerzo pesquero (Fig. 5c y 6b); es decir, cuando había más camarón, el número de pescadores aumentaba y viceversa. Aunque no fue posible determinar la CPUE para el resto de las cooperativas (y para la laguna en su totalidad), la SC que proporcionó la información extraía aproximadamente de 70 a 75% de la producción total de camarón en esta laguna, por lo que sus registros pueden ser considerados como representativos de esta pesquería.

Discusión

Tradicionalmente las pesquerías se estudian desde un punto de vista biológico-pesquero; empero, para identificar su problemática real es urgente promover e iniciar estudios integrales que consideren no sólo los aspectos técnico-pesqueros y biológicos, sino también los componentes económico y social en que se encuentra inmersa cualquier actividad productiva. El presente estudio consta de esos tres tipos de información con la finalidad de presentar un estudio integral de la pesquería del camarón de la laguna de Cuyutlán, que permita establecer pautas por seguir en el manejo y la administración del recurso.

En relación con el componente socioeconómico, se constató que esta pesquería era y sigue siendo de suma importancia para los pescadores porque los costos de inversión son muy bajos, como en cualquier pesquería artesanal (Defeo, 1987). Por esta razón y por la facilidad de integrarse a la actividad, lo cual también es común en las pesquerías artesanales cuando no existen o no se aplican medidas de regulación (Panayotou, 1983), se considera que el esfuerzo pesquero es intenso.

Las condiciones de vida de los pescadores de camarón, como las de quienes se dedican a la pesca ribereña marina (Rojas, 1996), no eran satisfactorias; motivo por el que un elevado número mantenía un trabajo estable en otra actividad. Para estas personas, la captura de camarón representaba una opción,

ya que la pesca en bahías, lagunas, presas y áreas ribereñas tiene fines comerciales, ya sea que genere ganancias suficientes o un ingreso complementario (Lobato, 1996). De los entrevistados, 51% eran pescadores de tiempo parcial y su ocupación principal era totalmente ajena a la pesca, lo que dificultaba el control del esfuerzo (Panayotou, 1983) y el registro de las capturas.

La relevancia social de esta actividad y los problemas para evaluar y administrar el recurso muestran la necesidad de establecer programas de manejo sobre la base de estudios interdisciplinarios (Panayotou, 1983; Defeo, 1987; Breton y López, 1989; Breton, 1991a; Rodríguez, 1991), ya que el componente principal en las pesquerías artesanales es la comunidad, a diferencia de las industriales, cuyos elementos más importantes son el económico y el biológico (Breton, 1996). No obstante, durante el desarrollo de este estudio los pescadores manifestaron marcada renuencia a participar en nuevos proyectos de investigación, afirmando que no había habido reciprocidad por parte de las instituciones, cuando ellos habían colaborado proporcionando información; por ello, es recomendable que conozcan con rapidez los resultados más importantes de las investigaciones que se realicen y, por otro lado, el apoyo de un antropólogo ayudaría a cambiar la imagen que tiene la población local sobre los técnicos e investigadores pesqueros, así como sobre los representantes del Estado (Breton, 1991b).

En 1996 y 1997 el principal problema que enfrentaba esta pesquería, señalado reiteradamente por los pescadores, era la falta de aplicación de la normatividad, lo que propiciaba las siguientes irregularidades: la abertura de malla no era la permitida, no se aplicaba la veda, el Tapo no estaba autorizado y se toleraba el uso clandestino de redes corrienteras.

Eliminar el uso de las mallas de abertura de una pulgada, tanto de redes de cuchara como de atarrayas, ha sido muy difícil; sin embargo, para lograr el uso sustentable del recurso es indispensable utilizar redes con la abertura reglamentaria de 1½ pulgadas (37.5 mm). Durante el periodo de estudio, la talla de primera captura de los organismos era de 6.68 cm, mientras que la talla media hubiera sido de 10 cm con mallas de pulgada y media, lo que hubiera significado organismos más grandes, mayor captura y mejor precio en el mercado.

En 2006, diez años después de concluida la fase de campo de este estudio, continúa sin aplicarse la veda para regular el esfuerzo. Gran número de personas ajenas a la actividad aprovecha la ausencia de las autoridades o la falta de aplicación de la normatividad, para extraer el recurso con redes de cuchara (llamadas *boberas*), que tienen una abertura de malla de media pulgada, con el pretexto de que se usan para capturar carnada o para consumo familiar, lo cual está permitido por la Ley de Pesca (DOF, 1992a y b). La aplicación de la veda ayudaría a evitar la extracción del camarón durante algunos meses y permitiría el crecimiento de los organismos. Aunque es necesario realizar evaluaciones *in situ* para determinar los periodos más apropiados, temporalmente podría utilizarse la que se establece en el Pacífico centro.

En cuanto a la permanencia del Tapo, el INP emitió una opinión técnica que recomendaba solicitar su permiso o concesión (Salgado *et al.*, 1996b), con modificaciones para que funcionara como una trampa de uso temporal, que debía tener partes movibles que

Tabla 3
Parámetros de crecimiento de *Farfantepenaeus californiensis.* En este trabajo se analizaron dos especies como *Penaeus, c*on 95% de la captura compuesta por *F. californiensis*

	$L\infty$ *(cm)*	*K (semanal)*	t_o	*Autor*	*Lugar*
1	24.2	0.1862	0.1400	Rodríguez de la Cruz y Rosales (1973)	Pacífico mexicano
2	23.9	0.1358	0.7599	Galicia (1976)	Puerto Peñasco, Son
3	24.2	0.1662	0.1400	Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971)	Pacífico mexicano
4	24.7	0.2481	0.2894	Arreguín-Sánchez (1984)	Golfo de Tehuantepec
	23.5	0.2859	0.4725		
	24.5	0.2569	0.3318		
	25.4	0.2312	0.1717		
	24.3	0.2585	0.3268		
5	20.0	0.2788	-0.0054	Ascencio *et al.* (1987)	Laguna de Cuyutlán, Col.
6	21.7	0.0580	2.3300	Núñez (1988)	Huizache y Caimanero, Sin.
7	15.5 *	1.44 anual		Barragán (1997)	Golfo de Guayaquil, Ecuador
	14.2 *	0.67 anual			
8	21.9	2.30 anual	-0.0527	Este trabajo	Laguna de Cuyutlán, Col.

* longitud abdominal.

permitieran la entrada de especies marinas a la laguna (Salgado y González, 1996). La presencia de este arte era, y en 2006 continúa siendo, uno de los conflictos más serios entre los pescadores de la laguna, ya que sólo aproximadamente 60 personas tienen acceso a él. Por otro lado, después de una intensa campaña, prácticamente desapareció el uso de las redes corrienteras a finales de la década de los noventa.

En relación con los aspectos biológicos, se encontró que no existían diferencias entre las hembras y los machos de hasta 19 cm, lo que coincide con Núñez (1988). Por otro lado, los resultados del análisis del crecimiento no difirieron de manera significativa de los reportados para *P. californiensis* (Tabla 3) y otras especies del océano Pacífico (*P. vannamei, P. stylirostris,* y *P. brevirostris*) y del Golfo de México (*P. aztecus*). Los resultados de mortalidad fueron muy similares a los de *P. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec (Arreguín-Sánchez, 1984) y *P. aztecus* del Golfo de México (Castro y Arreguín-Sánchez, 1991). La tasa de explotación (0.69) fue muy alta comparada con la reportada por esos autores (0.45-0.61) e indica que 69% de la mortalidad que sufre el camarón es por pesca. El reclutamiento de postlarvas de camarón, que se supone es mayor en los últimos cuatro o cinco meses del año, concuerda con los resultados de Godínez-Domínguez *et al.* (1996), quienes reportaron hembras maduras durante todo el año en las costas de Jalisco y Michoacán.

Por otro lado, la información sobre la dinámica de poblaciones de las diferentes especies de camarones del océano Pacífico es relativamente escasa, a diferencia de las pesquerías en el Golfo de México. Arreguín-Sánchez *et al.* (1997) diagnosticaron una "carencia de información, especialmente para la época reciente, que sustente las prácticas de manejo y las estrategias de explotación". Los mismos autores afirmaron que "bajo estas condiciones, la eficiencia de la explotación y el manejo de los recursos carecen de una expectativa clara hacia donde dirigir la actividad". De aquí la relevancia de realizar investigaciones sobre dinámica poblacional del camarón, uno de los recursos más importantes, económica y socialmente, por lo que es imprescindible contar con estudios de este tipo para lograr una administración pesquera adecuada. La falta de análisis de los datos de muestreos biológicos, así como la deficiencia en las estadísticas de captura, fueron mencionadas por Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) y se manifiesta en la ausencia de publicaciones científicas. Rodríguez de la Cruz y Chávez (1996) recomendaron hacer evaluaciones permanentes de la pesquería de camarón en alta mar, para lo cual se requiere mantener un programa de muestreos de los desembarcos y que el registro estadístico de la captura y el esfuerzo de pesca sea objetivo y confiable. Este problema es particularmente agudo en esta pesquería, como lo muestra la diferencia entre lo anotado en los avisos de arribo y lo realmente obtenido por los pescadores, ya que minimiza la importancia de la actividad y la oportunidad que pudieran tener los pescadores para allegarse apoyos que mejoren su forma de pesca y su modo de vida.

Por último, es necesario dejar en claro que los problemas que enfrentaba la pesquería de camarón en la laguna no eran de orden tecnológico, ni crediticio ni de infraestructura pesquera, idea que generalmente se asocia con la pesca ribereña (Lobato, 1996). Los conflictos fundamentales eran de orden social y de aplicación de la normatividad vigente; ya que a pesar de la carencia de información biológica, existían datos obtenidos en otras localidades que permiten diseñar las estrategias de manejo del recurso. Lobato (1996) aseveró que, salvo algunas excepciones, las cooperativas no pudieron dar prioridad y concretar los principios de equidad, participación, democracia en la toma de decisiones, ayuda mutua y búsqueda de bienestar común, por encima del lucro individual; ya que predominó el individualismo rapaz, irresponsable y con visión de corto plazo. En la laguna de Cuyutlán gran número de pescadores estaba consciente de esta problemática, lo cual confirmó lo atinado de la propuesta de Rojas (1996), en cuanto a que los pescadores (en su caso de pesca ribereña marina) deberían asumir una responsabilidad sobre el uso del recurso, para continuar utilizándolo sin llegar a la sobreexplotación.

En lo que respecta a la aplicación de la normatividad, Lobato (1996) manifestó que era evidente que la administración de las pesquerías tenía grandes deficiencias, y que los principales responsables no han sido los investigadores ni los técnicos, sino el hecho de que la actividad ha sido manejada por políticos y administradores improvisados; asimismo fue contundente al señalar que la organización de los pescadores no puede ser tarea del gobierno, si bien puede propiciarla, fomentarla, apoyarla y contribuir a mejorarla. Por lo anterior, sería benéfico un cambio de conducta de todos los participantes en la pesquería de camarón de la laguna de Cuyutlán.

Conclusiones

La pesquería de camarón es la más importante, en términos económicos, de la laguna de Cuyutlán. Sin embargo, los problemas sociales asociados a ella eran muy graves, existía divisionismo entre todas las cooperativas y dentro de ellas, como resultado, entre otras

causas, de la presencia de el Tapo y la falta de organización interna. Algunos de estos problemas continúan en el nuevo milenio, por lo que es imperativo que las autoridades correspondientes asuman su responsabilidad y propicien el desarrollo de un programa social que considere la capacitación a pescadores como una prioridad, y esté fundamentado en los estudios biológico-pesqueros ya realizados y en nuevos proyecto de investigación que incluyan, tanto análisis socioeconómicos, como el uso de modelos descriptivos y predictivos de la pesquería. Esto aportará más elementos para regular dicha actividad y fomentar el desarrollo armonioso de todos sus componentes.

Agradecimientos

Se reconoce a los pescadores y dirigentes de las cooperativas su paciencia e interés por proporcionar información, así como al personal de la Subdelegación de Pesca que amablemente compartió estadísticas pesqueras. También agradecemos las observaciones de los revisores y a Ma. del Carmen Jiménez Quiroz por sus valiosos comentarios al documento y su ayuda en la elaboración de gráficas.

Referencias bibliográficas

Arreguín-Sánchez, F. 1984. *Análisis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, México*. Tesis de Maestría. cinvestav-ipn, Unidad Mérida. 60p.

Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. *Inv. Mar. cicimar*, 2(2):23-44.

Arreguín-Sánchez, F., L.E. Schultz-Ruíz, A. Gracia, J.A. Sánchez y T. Alarcón. 1997. Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y evaluación. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.). *Recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. epomex, Serie Científica 7. pp.145-172.

Ascencio, B.F., 1985. Producción de camarón (*Penaeus* sp.) en el tapo experimental de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, durante la temporada 84-85. *Boletín Informativo crip-Manzanillo,* 2:1-22.

Ascencio, B.F., C. Solís-Gil y L. Coba. 1987. Investigación biológico-pesquera del recurso camarón *Penaeus californiensis* (Holmes) en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Resumen VII Congreso Nacional de Oceanografía*, pp. 289-300.

Baltierra, R., J.L., D. Aguilar M. y E. Aguilar M. 1987. *Distribución y abundancia de postlarvas de camarón en la Laguna de Cuyutlán, Col., México*. Informe de Investigación. crip-Manzanillo, inp, sepesca, Manzanillo. 30p.

Barragán V., J. 1997. Population parameters of *Penaeus californiensis* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *naga, The iclarm Quarterly*, 1997(1-2):43-45.

Breton, Y. 1991a. Desarrollo pesquero y paradigmas interdisciplinarios: el impacto de la globalización. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC*, 4:1-5.

Breton, Y. 1991b. Aspectos humanos y sociales de la administración pesquera: burocracia, comunidades y pescadores. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC,* 4:209-213.

Breton, Y. 1996. Antropología marítima y desarrollo económico en América Latina: ejes conceptuales, investigación e intervención. En: D. Quezada e Y. Breton (ed.). *Antropología marítima: pesca y actores sociales*. Univ. Autónoma de Yucatán, fomes. pp. 73-92

Breton, Y. y E. López E. 1989. *Ciencias sociales y desarrollo de las pesquerías.* Colección Divulgación, Serie Ensayo. inah, México. 327p.

Castro, R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas*, 17(4):147-159.

Chávez, E.A. y M.C. Rodríguez de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Holmes). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*., 32:111-127.

Csirke, J. 1980. *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. Doc. Téc. Pesca 192, fao, Roma. 82p.

Daniel, W.W. 1991. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Noriega-Limusa, México. 667p.

Defeo, O. 1987. Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Biología Pesquera*, 16:47-62.

dof. 1992a. Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. 25 de junio de 1992: 62-68.

dof. 1992b. Reglamento de la Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. 21 de julio de 1992: 27-68.

dof. 1993. Norma Oficial Mexicana 002-pesc-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación.* sepesca 31 de diciembre 1993. pp. 23-61.

Erzini, K. y M. Castro. 1991. *Microcomputer applications in fisheries. A manual for a course in the use of microcomputers in fisheries and stock assessment.* International Center for Marine Resource Development. 126 Woodward Hall. The University of Rhode Island, Kingston, eu. 176p.

fao. 1982. *Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces*. fao, Circular Pesca 736, Roma. 101p.

Galicia, X., R. 1976. Crecimiento del "camarón azul" (*Penaeus stylirostris*) y "camarón café" (*Penaeus californiensis*) en la zona de Puerto Peñasco, Son. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., Méx. sic/ Subsecretaría de Pesca, inp. pp. 189-210.

Gayanilo, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1996. *The fao-iclarm Stock Assessment Tools (Fisat) User's Guide*. fao Computerized Information Series (Fisheries) 8, fao, Rome. 126p.

Godínez-Domínguez, E., R. García de Quevedo y L.M. Saucedo. 1996. Madurez gonádica y distribución batimétrica de *Penaeus brevirostris* y *P. californiensis* en la costa de Jalisco y Colima, Méx. *x Congreso Nacional de Oceanografía.* pp. 52-53.

Gulland, J.A. 1971. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces.* fao-Acribia, Zaragoza. 163p.

Gulland, J.A. 1983. *Fish stock assessment. A manual of basic methods.* fao/Wiley Series, Chichester. 223p.

Hendrickx, M.E., 1996. *Los camarones Penaeoidea Bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano*. conabio, icmyl-unam, México. 147p.

Jiménez-Badillo, M.L. y A. Gracia. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de charales (*Chirostoma* spp., Pisces, Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales Inst. Biol. unam, Ser. Zool.*, 66(2):205-231.

JONES, R. 1981. *The use of the length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis)*. Fisheries. Circular 734, FAO, Roma. 60p.

LOBATO, P.M. 1996. Reflexiones en torno a la pesca ribereña. En: J.A. Nadal-Egea (ed.). *Esfuerzo y captura: tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos*. El Colegio de México. Programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, México. pp. 301-335.

MENA, H., A. 1979. *Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la productividad de la Laguna de Cuyutlán, Col., con énfasis en camarón.* Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM, México. 46p.

MENDENHALL, W. 1987. *Introducción a la probabilidad y estadística*. Iberoamérica, México. 628p.

NOAA. 1983-1991. Oceanographic monthly summary. National Oceanographic and Atmospheric Administration. U.S. Dep. Of Commerce. *National Weather Service/ National Earth Satellite Service*, 83- 87(1): 1-12

NÚÑEZ, P., A. 1988. *Crecimiento del camarón* Penaeus vannamei, P. stylirostris, P. californiensis *y su relación con factores ambientales (temperatura y salinidad) en las Lagunas de Huizache y Caimanero, Sinaloa, México*. Tesis de Maestría, ICMYL, UNAM, México. 82p.

PANAYOTOU, T. 1983. *Conceptos de ordenación para la pesquería en pequeña escala: aspectos económicos y sociales*. Doc. Tec. Pesca 228, FAO, Roma. 60p.

PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39(2):175-192.

PAULY, D. 1983a. *Some methods for the assessment of tropical fish stocks.* Fish. Tech. Paper 234. FAO, Roma. 52p.

PAULY, D. 1983b. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte*, 1(2):9-13.

PAULY, D. 1984a. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2(1):17-19.

PAULY, D. 1984b. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (III: Conclusion). *ICLARM Fishbyte*, 2(3):9-10.

PAULY, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.,* 13:7-34.

PAULY, D. y N. David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4):205-211.

PÉREZ-FARFANTE, I. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Memoires du Museum National d' Histoire Naturelle* 175, 233p.

RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board of Canada*, 191:1-382.

RODRÍGUEZ, R., 1991. Comentarios acerca de las investigaciones realizadas sobre la pesca por la antropología social en México. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC*, 4:227-234.

RODRÍGUEZ de la Cruz, M.C. y E.A. Chávez. 1996. La pesquería de camarón en alta mar. Pacífico de México. En: A. Sánchez-Palafox y D.F. Fuentes-Castellanos. *Pesquerías Relevantes de México*. XXX Aniversario del INP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, INP, México. pp. 3-28.

RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C. y F.J. Rosales. 1973. Sinopsis de *Penaeus* (*Melicertus*) *californiensis* Holmes. INP. *Serie Técnica*. 2, 23p.

ROJAS C., V. 1996. *La situación socioeconómica actual de la pesca ribereña en la costa del Estado de Colima.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. UdeC, Manzanillo. 71p.

SALGADO M., M. y A. González B. 1996. Una aproximación a la solución de los problemas que afectan la actividad pesquera del tapo en la Laguna de Cuyutlán, Col. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 18:17-27.

SALGADO M., M., A. González B. y E. Trejo O. 1996a. *Opinión técnica sobre la utilización de la red de cuchara en el tapo de la Laguna de Cuyutlán, Col.* Documento Interno. CRIP-Manzanillo. SEMARNAP/INP. Manzanillo. 5p.

SALGADO M., M., A. González B. y E. Trejo O. 1996b. *Opinión técnica sobre la instalación del tapo en el Canal de Ventanas y la empalizada en el Malecón de Colomos*. Documento Interno. CRIP-Manzanillo, SEMARNAP/INP. Manzanillo. 6p.

SPARRE, P. y S.C. Venema, 1995. *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales*. Manual. FAO. Doc. Téc. de Pesca 306/1. Valparaíso, Chile. 420p.

ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3a ed. Prentice-Hall, EU. 369p.

Dinámica poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México

Antonio Estrada Valencia[*]
Elaine Espino Barr[**]

Resumen

Se determinaron los principales parámetros de la población de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Colima. El muestreo se realizó en seis lugares diferentes, con 60 aros jaiberos en cada uno. Se capturaron 4 322 organismos (en promedio 360 por mes) desde abril de 1997 hasta marzo de 1998. Las dimensiones de los organismos capturados fueron de 3 a 13.4 cm de ancho de caparazón (AC); el intervalo del AC de los machos fue de 3.0 a 13.4 cm y el de las hembras de 3.5 a 11.2 cm. La talla de madurez sexual fue de 6 cm y la relación macho-hembras varió entre 1:0.3 y 1:1.1. Los machos y las hembras inmaduras se encontraron todo el año y se distribuyeron al azar; en contraste, las hembras ovígeras sólo se capturaron en abril, junio, noviembre, enero y marzo, en sitios con influencia marina. La relación peso:talla (P:AC) fue isométrica: $P = 0.074\ AC^{3.028}$. Los parámetros de crecimiento fueron: $L_\infty = 16.09$ cm y $K = 1.43$ mes^{-1}; la tasa de crecimiento en longitud y peso fue de 0.93 $cm \cdot mes^{-1}$ y 12.43 $g \cdot mes^{-1}$, respectivamente. La fecundidad varió entre 228 862 y 2 522 020 (promedio: 793 798) huevos en hembras de 7.2 y 9.5 cm de AC, en ese orden.

Palabras clave: Jaiba, *Callinectes arcuatus*, edad, parámetros de crecimiento, fecundidad, ciclo reproductivo.

Introducción

Las jaibas son cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda), que se distinguen por su caparazón ancho, aplanado dorsalmente, con nueve dientes sobre el margen anterolateral, de los cuales el último es más largo; el propodio y el dáctilo del quinto par de pereiópodos son aplanados y generalmente ensanchados para facilitar la natación. Habitan en aguas salobres y marinas (Williams, 1974; Hendrickx, 1995 a y b).

De las 16 especies que incluye el género *Callinectes*, tres se localizan en las costas del Pacífico mexicano: *C. arcuatus* Ordway, 1863; *C. bellicosus* (Stimpsom, 1859) y *C. toxotes* Ordway, 1863 (Williams, 1984; Cervignón *et al*., 1992; Hendrickx, 1995 a y b), y pueden aprovecharse comercialmente porque alcanzan tallas de hasta 25 cm de ancho de caparazón y hasta 300 g de peso; se distribuyen en aguas costeras y poco profundas, de fácil acceso; son depredadores diurnos fáciles de capturar con artes de pesca sencillos; en aguas tropicales abundan todo el año; se pueden comercializar vivas aún varios días después de su captura; y son de buena calidad nutricional (Ruíz–Durá, 1990; Rodríguez de la Cruz, 1988; Pacheco, 1993).

En 2001, de acuerdo con las estadísticas oficiales (SAGARPA, 2003), de los once estados donde tradicionalmente se pesca jaiba en el Pacífico mexicano, la producción (56 toneladas) de Colima ocupaba el séptimo lugar. La totalidad de la captura se realiza en la laguna de Cuyutlán, donde la pesquería se centra en la jaiba *Callinectes arcuatus*.

La producción anual de jaiba en este estado aumentó entre 1986 y 1992, cuando se obtuvieron 248 t, pero a partir de ese año disminuyó hasta 51 t en 2002 (SAGARPA, 2003). El número de pescadores, considerando los organizados en cooperativas y los "libres" que se dedican de manera constante a esta actividad, varía entre 20 y 30. Ellos venden el producto a las sociedades cooperativas pesqueras locales o a comer-

* Subdelegación de Gestión Ambiental, Delegación Colima, SEMARNAT, Victoria 360, Col. Centro, 28000, Colima, Col., Tel: 312 316 0507, correo electrónico: gestion@colima.semarnat.gob.mx; antonioestradav@hotmail.com

** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima C.P. 28200, México; Tel: (3) 33 2 37 50; Fax: (3) 33 2 37 51; correo electrónico: elespino@gmail.com

cializadores independientes, a un precio promedio por kilogramo de $5.00 en 1998 y de $8.00 en 2004. El arte de pesca más común es el "aro jaibero", aunque también se utilizan la atarraya y el gancho; los dos primeros permiten liberar vivos a los organismos cuya talla es menor a la comercial y a las hembras ovígeras.

Al disminuir la captura se incrementó el esfuerzo pesquero sobre el recurso, lo que condujo a la reducción de la talla promedio, por lo que es necesario reglamentar la talla mínima de captura y el esfuerzo pesquero para proteger a los juveniles y a las hembras reproductoras. En 1997 se decidió realizar este estudio debido al escaso conocimiento de la biología de la población de jaiba de la laguna de Cuyutlán, con el objetivo de determinar los parámetros biológico-pesqueros que podrían servir de fundamento para normar la pesquería; éstos incluyen la forma de distribución en el espacio y el tiempo, la proporción machos:hembras, la estructura de tallas, los periodos de reproducción, la fecundidad, la ecuación de crecimiento y la relación peso-talla.

Métodos y materiales

*Descripción del área***.** La laguna de Cuyutlán se localiza entre las coordenadas 18°57' N y 19°05' N y los 103°57' O y 104°20' O, en la porción central de la línea costera del estado de Colima, entre la bahía de Manzanillo y el río Armería; ocupa una superficie aproximada de 68 km^2. Su longitud es de 30 km y su anchura varía entre 0.5 y 3 km. Durante la temporada de lluvias ingresa agua dulce a la laguna, pero el resto del año la salinidad es similar o mayor a la marina (SPP, 1981; INEGI, 1995). Durante el periodo de estudio la laguna se comunicaba por dos vías con el mar: un túnel, construido en 1937, que llega desde la bahía de Manzanillo y atraviesa el puerto; y el canal de Ventanas, en la población de Campos, abierto en 1978 para surtir de agua a la termoeléctrica. En el año 2000 se abrió el canal de Tepalcates (Fig. 1).

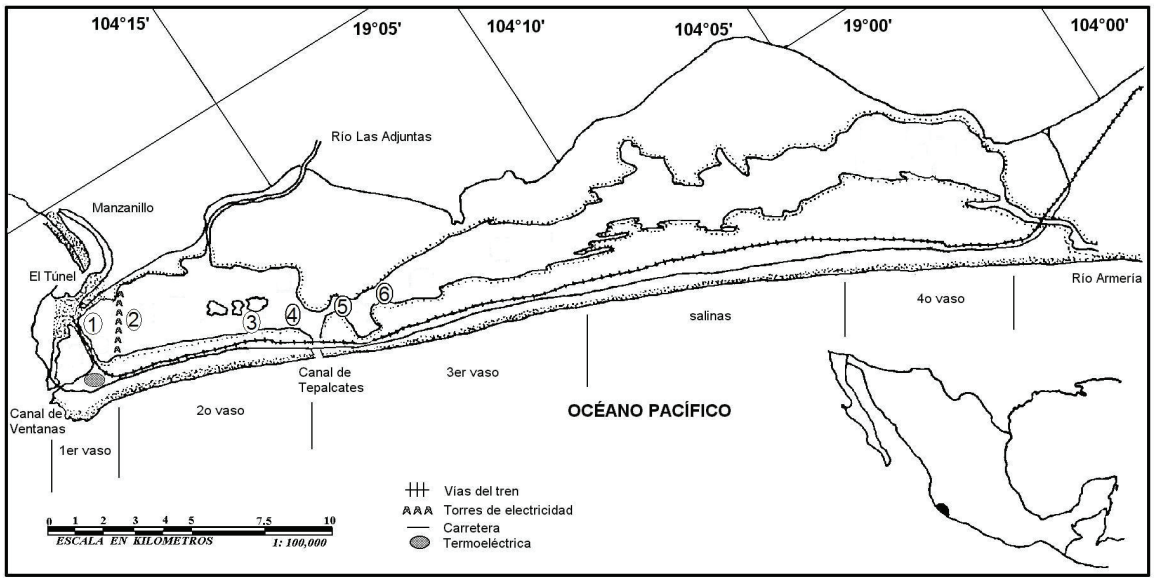
La laguna de Cuyutlán puede dividirse en cuatro vasos por su fisiografía y las obras de ingeniería construidas. El primero es el más hondo (profundidad máxima de 4.4 m), su área es reducida y la velocidad de las corrientes de agua es mayor que en el resto de la laguna debido a que está en comunicación permanente con el océano; allí la captura pesquera es mayor. En el segundo vaso la profundidad máxima es de un metro y, aunque abarca una superficie más grande, la circulación es menor que en el primero por la barrera que forma el terraplén del ferrocarril que cruza la laguna. En esta área también se practica la pesca artesanal. El tercer vaso es el de mayor superficie pero la profundidad máxima es de 0.2 m; la velocidad de las corrientes de agua es lenta e incluso imperceptible. En la parte Este hay condiciones de hipersalinidad durante el estiaje (febrero a junio). El cuarto vaso también es somero (profundidad máxima 0.2 m), aunque es salobre porque recibe aportes de agua dulce y es el más alejado de los canales de comunicación con el mar.

Según la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), el clima en la zona es Awo (w), el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una precipitación invernal menor de 5 mm. La precipitación media anual fluctúa entre 800 mm y 1 200 mm, la temporada de lluvias generalmente es de julio a septiembre y la precipitación media en ese periodo se encuentra entre 200 y 210 mm mensuales, mientras que los meses más secos son febrero, marzo y abril (SPP, 1981). La temperatura media anual es mayor a 22 °C, con los valores más altos en mayo y junio (26- 27 °C) y los más bajos en enero (22 y 23 °C, en promedio).

Se realizaron 12 muestreos, uno por mes, desde abril de 1997 hasta marzo de 1998, en seis sitios de la laguna, seleccionados por la presencia de las jaibas y la experiencia de los pescadores (Fig. 1). En cada sitio se colocaron 60 aros jaiberos de 50 cm de diámetro, hechos con alambrón de 6 mm y forrados con paño de 4 a 8 cm de tamaño de malla, se utilizaron envases desechables de plástico como boyas de señalamiento, amarrados con cabo de polietileno de 4 mm de diámetro. En cada aro se colocó un trozo de pez vela (*Isthiophorus platypterus*) como carnada. También se registraron las características del sustrato, la temperatura del agua (con un termómetro de mercurio marca Brannan), con intervalo de –20 a 150 °C, con ±1 °C de precisión y la salinidad, con un refractómetro portátil de escala 0 a 100‰. Los organismos recolectados se depositaron en bolsas de plástico llenas con agua de la laguna para mantenerlas vivas. Al término del muestreo se colocaron en hieleras con agua fría para disminuir su ritmo metabólico y facilitar su manejo en laboratorio.

La identificación de las especies se realizó de acuerdo con Williams (1974) y Hendrickx (1995a). Los individuos se clasificaron como: machos maduros (MM), machos inmaduros (MI), hembras inmaduras (HI), hembras maduras (HM) y hembras ovígeras (OV). A los machos se les reconoció porque su abdomen es largo y delgado, en forma de *T*; en los MI está sellado a la superficie ventral del caparazón, mientras que en los MM se desprende o está sujeto por un par de tubérculos de presión. Por otro lado, el abdomen de las HI es triangular y sellado al cuerpo, mientras que el de las HM es ancho, redondeado, semicircular y libre

Figura 1
Áreas de muestreo en Laguna de Cuyutlán, Colima

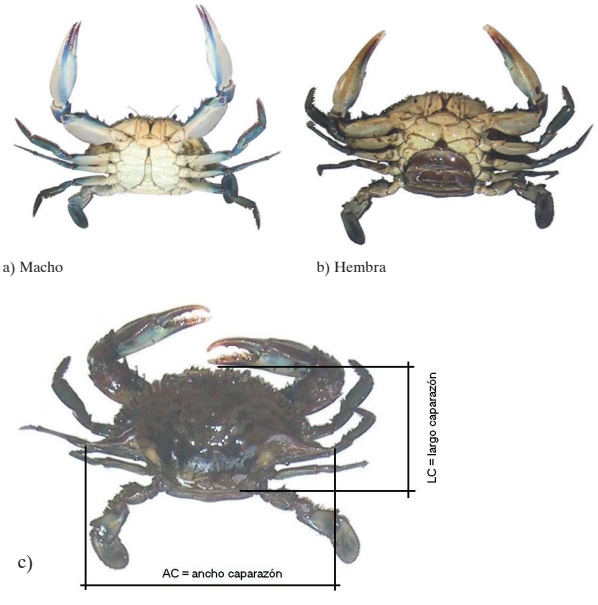


VASO 1: El Túnel (1); VASO 2: Las Torres (2), Los Islotes (3), Tepalcates (4); VASO 3: Puente Nuevo (5), Peña Blanca (6).

(Van Engel, 1958, 1990; Hendrickx, 1995a) (Fig. 2 a y b).

Las medidas tomadas a cada crustáceo fueron: el peso (P), con una balanza digital; el ancho de caparazón con espinas (AC), y el largo de caparazón (LC) con un vernier de 15 cm y 0.05 mm de precisión (Fig. 2c).

Figura 2
Morfología sexual del género *Callinectes*



a) Macho; b) Hembra. c) Medidas del caparazón: AC ancho, LC largo.

Para su análisis, los datos se transfirieron a una hoja de cálculo (Excel 5.0, Microsoft Office). Las variaciones mensuales en la talla, peso, proporción sexual, madurez y abundancia se analizaron con la prueba de *t-Student* y el análisis de varianza (ANDEVA). La relación peso-talla (P-AC) se estableció con el método de regresión potencial aplicado a los datos mensuales:

Ec. 1 $P = a\,AC^{b}$

Donde: *a* es el factor de condición y *b* el alométrico (Sparre y Venema, 1995; Safran, 1992).

Para determinar que el exponente *b* no fue significativamente diferente de tres, así como para comparar los valores obtenidos entre hembras y machos, se utilizó el método estadístico *t-Student* (Daniel, 1991; Hanke y Raitsch, 1995).

El crecimiento se describió a partir de la distribución de frecuencia de tallas (Sparre y Venema, 1995), obtenida de cada muestreo mensual. Se utilizó el modelo de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1995) porque describe adecuadamente el crecimiento, aunque la fisiología de los crustáceos es diferente a la de los peces. La ecuación es:

Ec. 2 $$L_t = L_\infty\,[1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde L_t = longitud al tiempo *t*, L_∞ = longitud subinfinito o asintótica, K = factor de crecimiento, t = tiempo y t_0 = longitud teórica a la edad 0.

Para el cálculo de los parámetros K y L_∞ se usó el método ELEFAN (Electronic Length Frequency Análisis), contenido en el paquete FISAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools) (Battacharya, 1967; Pauly y David, 1981; Gayanilo *et al*., 1996). Los intervalos de confianza se establecieron a partir de un re-muestreo:

Ec. 3 $$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde: *S* es la desviación estándar, *n* el tamaño de muestra y *x* la media muestral.

Puesto que las hembras se aparean una sola vez en su vida, y mudan de inmaduras a maduras (Palacios-Fest, 2002; Ramírez-Félix y Singh-Cabanillas, 2003), el periodo de reproducción se identificó a partir del aumento de la proporción de hembras maduras y ovígeras (Van Engel, 1958, 1990; Cameron, 1985).

La fecundidad (Fec) se determinó con el método gravimétrico. Para ello se fijaron en alcohol a 70%, 27 jaibas ovígeras con huevos de color amarillo a naranja. Dichas masas se desprendieron de los pereiópodos y se colocaron en una estufa a 50 °C por ocho horas para deshidratarlas y homogeneizar su peso (Holden y Raitt, 1975; Quijano, 1985; Prager *et al.,* 1990). Los huevecillos (Hu) de tres muestras de 0.00125 g cada una, se contabilizaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss. El número total de huevos se extrapoló del promedio de las tres muestras (Holden y Raitt, 1975; Álvarez-Lajonchere, 1979; Pineda *et al*., 1981; Finucane y Collins, 1984) con la función:

Ec. 5 $$Fec = \frac{nPg}{pg}$$

Donde: Fec = fecundidad, n = número promedio de huevos en la submuestra, Pg = peso total de la gónada, pg = peso de la submuestra.

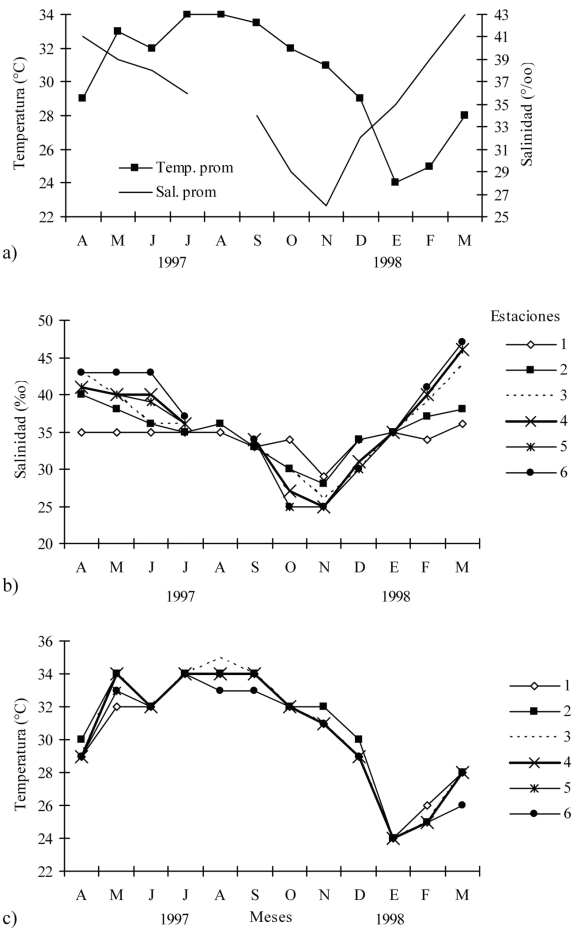
Resultados

Características de los sitios de muestreo

La profundidad de los lugares donde se realizaron los muestreos (Fig. 1) varió entre 0.50 m a 1.20 m. En el Túnel (1), Las Torres (2) y Peña Blanca (6), el fondo fue lodoso; mientras que en los Islotes (3) fue lodoso con conchas y en Tepalcates (4) y Puente Nuevo (5), de conchas de moluscos.

La temperatura superficial del agua fue más baja de enero a abril (mínima: 24 °C en enero), mientras que la más alta se registró entre julio y septiembre (máxima: 35 °C en septiembre). La temperatura promedio anual fue de 30.5 °C. La salinidad más baja se registró en noviembre (26‰) y la más alta en marzo (43‰). En las tres primeras estaciones, ubicadas sobre los vasos uno y dos, los valores fueron muy cercanos a la concentración marina. En el interior de la laguna (estaciones 4, 5 y 6) la salinidad más baja se registró entre octubre y diciembre (30-25‰) como resultado de las lluvias y los escurrimientos, mientras que en febrero y marzo, durante el estiaje, alcanzó 47‰ (Fig. 3).

Figura 3
Temperatura y salinidad registrada en el área de estudio entre abril de 1997 y marzo de 1998



a) Valores promedio. b) Variaciones de la salinidad por estación de muestreo. Esta gráfica permite distinguir los periodos de estiaje y lluvias. c) Cambios en la temperatura por estación de muestreo.

Distribución espacial y temporal. Se capturaron 4 322 especímenes de *C. arcuatus*, de los cuales 2 601 (60%) fueron machos y 1 721 (40%) hembras; los primeros fueron más abundantes hacia el interior de

Tabla 1
Ancho de caparazón de los ejemplares de *Callinectes arcuatus.*

	Machos				*hi*				*hm*			
	Prom.	*DE*	*Máx.*	*Mín.*	*Prom.*	*DE*	*Máx.*	*Mín.*	*Prom.*	*de*	*Máx.*	*Mín.*
Abr 97	9.48	1.79	13.4	5.0	6.69	1.13	8.2	3.5	8.88	1.04	11.2	6.4
May 97	8.95	1.84	12.5	4.2	6.88	1.01	8.9	4.9	9.24	0.87	10.9	6.0
Jun97	8.88	1.44	11.9	4.6	6.88	0.97	8.8	4.2	9.24	0.67	10.5	7.6
Jul 97	8.71	1.61	11.4	3.0	6.29	1.27	8.1	3.6	8.93	0.55	9.8	7.7
Ago 97	7.72	1.76	11.6	4.1	6.25	1.19	10.3	4.0	9.25	0.66	10.5	8.0
Sep 97	8.72	1.58	11.8	4.4	6.76	0.94	8.4	3.9	8.99	0.51	10.3	7.5
Oct 97	8.79	1.71	11.7	3.5	6.77	0.98	8.4	3.6	8.96	0.57	10.3	7.4
Nov 97	8.37	1.77	12.3	4.5	6.92	0.84	8.8	5.0	8.76	0.72	10.4	6.3
Dic 97	8.83	1.63	12.7	4.4	7.23	0.77	8.8	4.7	8.91	0.82	11.0	7.0
Ene 98	8.19	1.67	12.6	4.7	6.88	0.84	9.2	5.1	8.95	0.67	11.0	7.5
Feb 98	8.16	1.34	13.1	4.9	7.32	0.74	8.4	5.0	8.75	0.69	10.3	6.7
Mar 98	7.79	1.53	11.3	3.3	5.92	1.15	8.4	3.6	8.34	0.66	9.8	7.1
Promedio total	8.55	1.64	12.19	4.2	6.73	0.98	8.7	4.31	8.93	0.07	10.5	7.1

DE: desviación estándar

la laguna ($p<0.05$), mientras que las hembras inmaduras (HI) se distribuyeron casi al azar en el cuerpo de agua. En contraste, las hembras maduras (HM) y las ovígeras (OV) fueron más comunes en los sitios de muestreo cercanos a los canales de comunicación con el mar ($F'_{0.05,\ g.l.\ 5,\ 65} = 15.22$; $p<0.01$), salvo en enero cuando se encontró una elevada cantidad en el tercer vaso.

Los machos fueron abundantes todo el año; sin embargo, los MI fueron particularmente numerosos en agosto, con valores elevados también en mayo y noviembre. Los MM pulularon en julio y posteriormente, entre septiembre y diciembre. Cabe mencionar que en primavera y verano la abundancia de los MI y MM mantuvo una relación inversa.

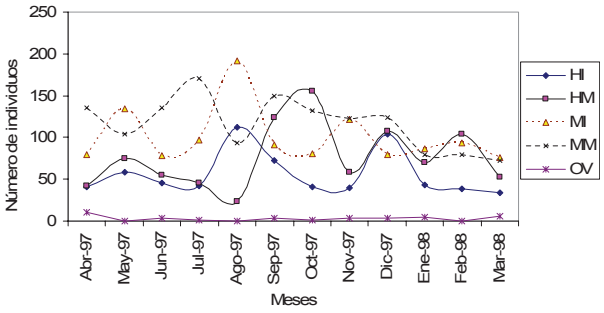
Las hembras mostraron otro tipo de variaciones: las inmaduras, como los MI, presentaron tres picos de abundancia, si bien el de agosto fue menos conspicuo que el de los machos; por otro lado, a diferencia de los MI, el pico de otoño se presentó en diciembre y no en noviembre. Las HM fueron más frecuentes entre septiembre y diciembre, como los MM. En comparación, las hembras ovígeras (OV) capturadas fueron escasas (N = 38) y la mayoría se obtuvo en dos periodos: marzo-abril y septiembre–enero; en febrero, mayo y agosto no se observaron.

El intervalo de las tallas fue de entre 3.0 a 13.4 cm de ancho de caparazón (Tabla 1); todo el año se recolectaron individuos pequeños, por lo que las distribuciones de frecuencia presentaron varias modas.

La talla promedio mensual ($\pm$desviación estándar) de los machos fue de 8.5$\pm$1.72 cm; los MI (7.12$\pm$1.15 cm) fueron casi tres centímetros más pequeños que los maduros (9.80$\pm$0.033 cm). La tendencia de la talla de los machos fue negativa a lo largo del periodo de estudio (r = -0.68; p = 0.014; N = 12), ya que los individuos más chicos se registraron en agosto y en el invierno.

Las hembras (8.03$\pm$1.37 cm) fueron menores que los machos; la anchura promedio del caparazón de las HI fue de 6.7$\pm$1.06 cm, aunque en agosto y enero, algunas superaron los 9.0 cm. Las HI de menor tamaño, a diferencia de los machos, se recolectaron en el verano y en marzo, mientras que las más grandes en el otoño y el principio del invierno, por lo que la talla de estos organismos no siguió alguna tendencia (Fig. 4).

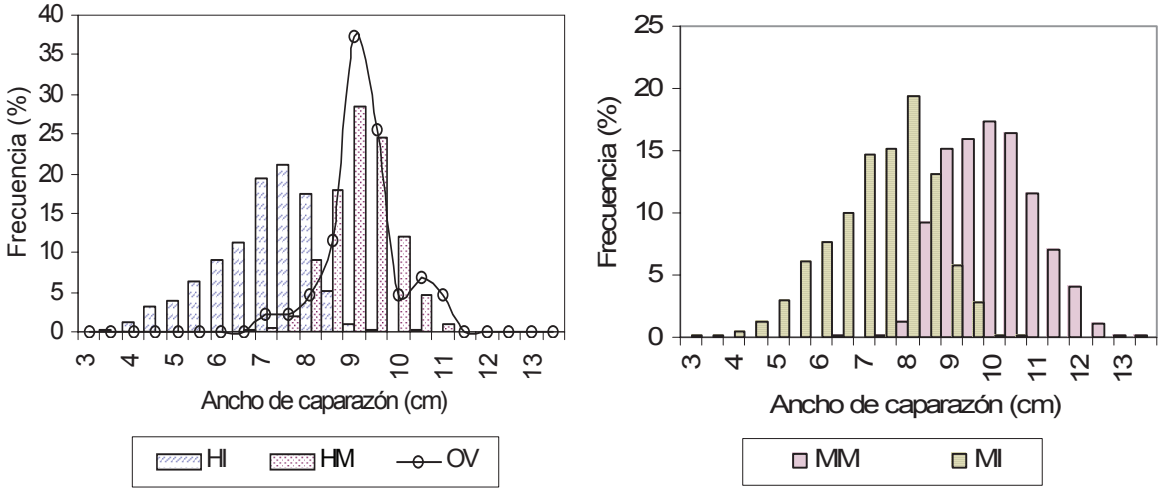
Figura 4
Número de hembras y machos a lo largo del año
(valores mensuales)



HI: hembras inmaduras, HM: hembras maduras, MI: machos inmaduros, MM: machos maduros y OV: hembras ovadas.

Las HM midieron en promedio 8.9$\pm$0.72 cm, pero los 6.0 cm que se registraron en un individuo pueden considerarse como la talla mínima de reproducción, y el ejemplar más grande midió 11.2 cm (Fig. 5). La talla de las OV varió entre 7.0 cm y 11.0 cm (8.98$\pm$0.83 cm). Como en el caso de los machos, las hembras

Figura 5
Frecuencia relativa de la talla (cm) de a) hembras inmaduras (HI), maduras (HM) y ovígeras (OV), y b) machos maduros (MM) e inmaduros (MI) de *Callinectes arcuatus*



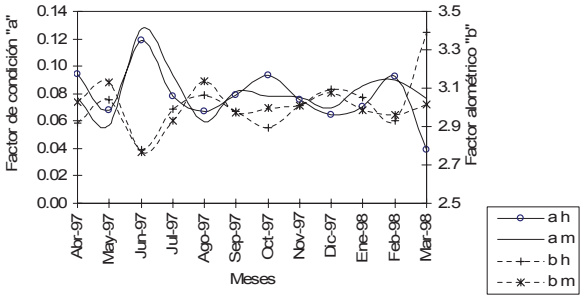
a) b)

maduras más pequeñas se registraron en el invierno de 1998 y las más grandes en la primavera de 1997, por lo que se considera que la tendencia fue negativa (r = –0.69; p = 0.012; N = 12).

Las distribuciones de frecuencia de las tallas de cada uno de los meses fueron unimodales y las modas variaron entre 9 y 9.5 cm. El individuo más pequeño pesó dos gramos y el más grande 186.6 g (media = 51.1±27.92 g). Los machos (55.96±31.09 g) fueron más pesados que las hembras (43.41±19.85 g), especialmente los maduros.

La relación peso-talla de la población fue: $P = 0.074\ AC^{3.028}$ (r = 0.985; N = 4 322), mientras que la de las hembras: $P = 0.073\ AC^{3.024}$ (r = 0.981; N = 1721) y la de los machos: $P = 0.077 AC^{3.015}$ (r = 0.987; N = 2601). Las pendientes (b) de las funciones P-AC de las hembras y machos fueron muy similares (F' = 2.34; p>0.05), lo que indica que el aumento de peso en relación con el ancho del caparazón fue semejante en ambos sexos; además, puesto que los exponentes no fueron significativamente diferentes de tres, puede concluirse que el crecimiento fue isométrico. El factor de condición *a* tuvo variaciones a lo largo del año, con aumentos en junio, septiembre, octubre, noviembre y febrero, lo que sugiere que los organismos estaban almacenando biomasa para la maduración gonádica, la producción de huevos y el desove, o para la siguiente muda; mientras que en los meses en que *b* fue grande, la energía se canalizó hacia el crecimiento (Fig. 6).

Figura 6
Factores de a) condición y b) alométrico mensuales de hembras (ah) y (bh) y machos (am) y (bm) a lo largo del año



Crecimiento

Las ecuaciones fueron:

$$\text{Talla: } AC_t = 16.09\ (1 - e^{(-1.43\ (t+0.119))})$$
$$\text{Peso: } P_t = 331.38\ (1 - e^{(-1.43\ (t+0.119))})^{3.028}$$

Los valores de peso y talla para cada edad se incluyen en la *tabla 2*. La tasa de crecimiento promedio mensual fue de 0.93 cm mes^{-1} y de 12.42 g·mes^{-1}, y disminuyó paulatinamente desde 1.80 cm mes^{-1} y 0.43 g·mes^{-1} en las jaibas de un mes de edad hasta 0.38 cm·mes^{-1} y 15.08 g·mes^{-1} en los adultos de 14 meses. El crecimiento de hembras y machos menores de 11 cm de AC fue similar. La *tabla 3* presenta los valores de los parámetros de crecimiento de la misma especie para otros lugares, y se puede observar que la población en

Cuyutlán crece más lentamente, pero puede alcanzar mayores tallas.

Tabla 2
Relación entre la edad y los incrementos de talla y peso

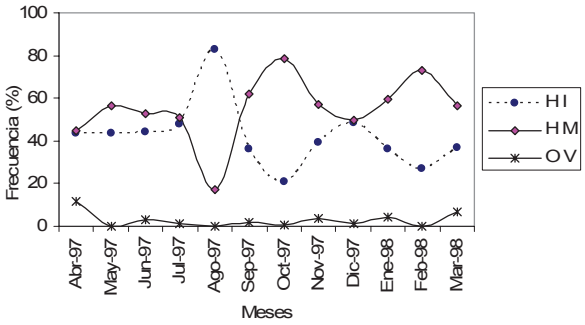
Edad (meses)	*AC (cm)*	*Incremento de talla*	*P (g)*	*Incremento de peso*
0	0	0.00	0.00	0.00
1	1.90	1.90	1.90	1.90
2	3.79	1.89	1.89	1.89
3	5.43	1.64	1.64	1.64
4	6.85	1.42	1.42	1.42
5	8.08	1.23	1.23	1.23
6	9.15	1.07	1.07	1.07
7	10.08	0.92	0.92	0.92
8	10.88	0.80	0.80	0.80
9	11.57	0.69	0.69	0.69
10	12.17	0.60	0.60	0.60
11	12.70	0.52	0.52	0.52
12	13.15	0.45	0.45	0.45
13	13.54	0.39	0.39	0.39
14	13.88	0.34	0.34	0.34

Reproducción

En octubre, diciembre y enero la proporción macho: hembra fue 1:1, pero el resto del año el número de machos fue mayor ($p<0.05$) que el de las hembras, especialmente entre abril y septiembre (1:0.3-1:0.8). El incremento en la proporción de hembras coincidió con los meses finales de la temporada de lluvias. Por otro lado, en esos meses se recolectaron los individuos de mayor talla tanto entre los machos como entre las hembras.

Las proporción de HI y HM estuvo significativamente correlacionada, aunque el coeficiente fue negativo ($r = –0.97$; $p<0.05$). Las HI fueron muy abundantes en agosto (≈80%), mientras que el porcentaje de las HM en octubre y febrero fue de 78 y 82%, respectivamente (Fig. 7). El porcentaje de hembras ovígeras fue inferior a 10%, aunque alcanzó sus valores más grandes en abril, noviembre, enero y marzo. Las variaciones en la proporción de HM indican que el periodo de apareamiento más importante ocurrió de septiembre a enero. Aunque se detectaron OV durante varios meses, se presentaron dos periodos de reproducción bien definidos: de julio a septiembre, con un máximo en agosto, y de noviembre a enero, con el máximo en diciembre (Fig. 7).

Figura 7
Frecuencia relativa mensual de *Callinectes arcuatus* de hembras inmaduras (HI; N = 687), hembras maduras (HM; N = 991) y hembras ovígeras (OV; N = 43), en la laguna de Cuyutlán, Colima, de abril de 1997 a marzo de 1998



Fecundidad y su relación con la talla de las hembras. El número de huevos promedio por hembra fue de 793 798. La fecundidad estuvo directamente relacionada con el tamaño del individuo ya que la regresión entre el número de huevos y el ancho de caparazón ($Hu = –1\,645.6+2\,898.9\ AC$), fue significativa ($r = 0.44$; $p<0.05$; $N = 27$), a pesar de la dispersión de los datos. La relación entre el número de huevos y el peso ($Hu = 14.82\ PT^{0.99}$), también fue significativa ($r = 0.53$; $p<0.05$; $N = 27$).

Discusión

El número de machos fue superior al de las hembras la mayoría de los meses. Paul (1981a, 1982) y Quijano (1985) también registraron más machos, pero las tasas fueron muy variables (1:0.25-1:0.85). La relación

Tabla 3
Parámetros de crecimiento de *Callinectes arcuatus* registrados por otros autores

Autor	L_∞ *(cm)*	P_∞ *(g)*	*K*	t_0	*Método utilizado*	*Lugar*
Hernández-Moreno (2000)	14.00		0.840	-0.124		Las Guásimas, Son.
Quijano (1985)	12.15	146	0.338	0.041	Ford-Walford	Huizache-Caimanero, Sin.
Salazar *et al*. (2003)	14.50		2.100	0.350		Sinaloa
Gil-López y Sarmiento-Náfate (2001)	15.30		0.630	0.109		Oaxaca
Gil-López[1] (2006)	13.62	231	0.770	-1.137		Mar Muerto, Oax.
Salgado *et al*. (1994)	17.24	478	0.160	-1.360	Ford-Walford	Laguna de Cuyutlán, Col.
Este estudio	16.09	331	0.143	0.119	Elefan I	Laguna de Cuyutlán, Col.

observada puede deberse a: mortalidad selectiva, y en consecuencia los individuos de un género son más abundantes; a que nacen más organismos de un sexo como se ha observado en especies colonizadoras que tienen que maximizar su potencial reproductivo (Álvarez-Noguera,[1] comunicación personal), aunque probablemente éste no sea el caso; al método de muestreo, ya que según Gil-López (2006)[2], la proporción sexual en muestras obtenidas por arrastre y con aros jaiberos fue de 1:1 y 1.9:1, respectivamente, aunque en contra de esta hipótesis hay que señalar que en tres meses la tasa fue 1:1; a la conducta reproductiva de las hembras, ya que éstas tienden a agruparse en las zonas de los canales de comunicación con el mar donde la temperatura y la salinidad fueron estables todo el año, porque estos factores influyen sobre los procesos de muda, madurez sexual y desove (Churchill, 1919; Quijano, 1985; entre otros); y finalmente, a que las hembras se refugian durante la incubación de los huevos (Churchill, 1919; Quijano, 1985); así por ejemplo, las hembras de *C. sapidus*, se entierran para protegerse de los depredadores.

Los machos y las HI se encontraron distribuidos al azar durante todo el año, lo que indica que son más tolerantes a las condiciones extremas de salinidad y temperatura que se presentan en la laguna de Cuyutlán. En contraste, la mayor abundancia de HM y OV, en el Túnel y Las Torres, posiblemente sea resultado de que tanto las hembras reproductoras de *C. sapidus* como las de *C. arcuatus* migran hacia ambientes marinos para desovar y llevar a cabo la gestación (Estévez, 1972; Maduro, 1974; Norse y Estévez, 1977; Alcaraz, 1980; Paul y Flores-Verdugo, 1980; Paul y Bowers, 1982). Esta estrategia las mantiene en aguas relativamente profundas, estables y con salinidades constantes, parecidas a las del mar, ya que los huevecillos, al ser incapaces de osmorregular, deben encontrarse en condiciones isotónicas para desarrollarse, lo que ocurre cerca de los canales de comunicación con el mar (Paul, 1981a; Quijano, 1985).

En este estudio, en el que se utilizó el aro jaibero durante el muestreo, se capturaron desde juveniles hasta adultos muy grandes, lo que indica que este arte de pesca es poco selectivo en cuanto al tamaño (Palacios-Fest, 2002). Las tallas y pesos de los machos fueron similares a los encontrados por Quijano (1985) en organismos de la laguna Huizache-Caimanero (Sinaloa); sin embargo, la talla máxima fue menor que la registrada en Colombia y Sinaloa (Estévez, 1972; Maduro, 1974; Paul, 1977, 1982), probablemente por el tamaño de la muestra y la disminución de la talla de la población de la laguna de Cuyutlán, como resultado de un esfuerzo de pesca excesivo, hipótesis con la que coinciden los mismos pescadores. Una evidencia del efecto de la sobreexplotación en el tamaño de los machos, es que las tallas de las HM y OV, que son regresadas a la laguna para proteger el recurso, son similares a las de otros sistemas lagunares.

Por otro lado, la medida del AC de la mayoría de las HI fue de 7.0 cm (promedio de 6.73 cm) y sólo una hembra en agosto de 1997 y otra en enero de 1998 fueron de mayor talla (10.3 y 9.2 cm, respectivamente). Las HM midieron en promedio 8.93 cm, lo que indica que, independientemente de la época del año, la mayoría de las hembras muda hacia la madurez después de los ocho centímetros.

La talla máxima registrada en las hembras inmaduras fue mayor que las reportadas por Quijano (1985) y Paul (1982) de 9.2 y 9.4 cm. Es posible que debido a las diferencias en las condiciones entre las localidades, se produzcan variaciones en las tallas a las que mudan las hembras.

Las tallas de las HM y OV fueron similares en este estudio. La amplitud del intervalo sugiere que realizaron una segunda muda después de alcanzar la madurez sexual, como ocurre con las hembras de esta misma especie en Huizache-Caimanero (Quijano, 1985) y las de *C. sapidus* (Archambault *et al*., 1990) en Carolina del Sur (EU).

La talla mínima de la primera reproducción (6.0 cm) fue similar a la registrada en El Caimanero por Alcaraz (1980), Quijano (1985) y Paul (1982), pero diferente a la reportada por Paul (1981a, b) en esa misma localidad (Tabla 4), lo que sugiere que puede haber variaciones interanuales en la talla reproductiva, dependientes de la forma en que se realice el muestreo y de factores locales o regionales. Al comparar las tallas de las OV se presentó una situación similar, como se observa en la *tabla 5*.

Durante todo el año se observaron individuos en los diferentes estadios de madurez, así como organismos recién reclutados, como ha sido registrado en los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit (Alcaraz, 1980; Paul, 1981a, b, 1982; Paul y Bowers, 1982 y Quijano, 1985), con picos de abundancia en diferentes épocas del año.

El ancho del caparazón y el incremento de peso mantuvieron una relación isométrica. El crecimien-

1. Dr. Fernando Álvarez-Noguera. Investigador Instituto de Biología. UNAM.
2. Gil-López, H.A. 2006. *Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes *sp) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas*, *México.* Avances de investigación que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en el Área de Ciencias Biológico Agropecuarias Postgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. San Blas, Nay. 57 pp.

Tabla 4
Tasas de crecimiento de poblaciones de *Callinectes arcuatus* del Pacífico mexicano.

Autor/año	*Lugar*	*Talla o madurez*	*Tasa (cm mes^{-1})*	*Sexos*
Paul (1977)	Sinaloa, Méx.		0.5 – 1.7	Ambos
Paul (1981b)	Costas de Sinaloa, Méx.		1.00	Ambos
Paul *et al*. (1983)*	Sinaloa, Méx.		1.58 (0.38- 0.93 mm día^{-1})	Machos
			1.54 (0.45 - 0.81 mm día^{-1})	Hembras
Paul (1982)	Huizache-Caimanero, Sin.		0.5 – 1.10	Ambos
Quijano (1985)	Huizache-Caimanero, Sin.	7.98 cm·8 meses^{-1}	1.00	Machos
		6.49 cm·8 meses^{-1}	0.81	Hembras
Salgado *et al.* (1994)	Laguna de Cuyutlán, Col.		0.73	Ambos
Este estudio	Laguna de Cuyutlán, Col.		0.93	Ambos

*Condiciones de laboratorio.

Tabla 5
Características biométricas de individuos de *C. arcuatus* en varias localidades del Pacífico mexicano

Autor	*Talla mín. (cm)*	*Talla máx. (cm)*	*Talla media (cm)*	*Talla mín. de reproducción (cm)*	*Peso máx. y medio (g)*	*Lugar*
Paul (1981a)		12	9.6		200 g (media = 86.9)	Huizache – Caimanero, Sinaloa
Alcaraz (1980)	8 OV	14		6		Caimanero, Sinaloa
Quijano (1985)	6.0 MM	13.0 MM	9.6	6	174.9 g (media = 77.7)	Huizache – Caimanero, Sinaloa.
	6.8 OV	9.2 HI				
Maduro (1974);		14.6				Sinaloa
Paul (1977, 1981a, 1982)	8.2 OV	9.4 HI		6		Sinaloa
Paul *et al.* (1983)	11.9	15				Sinaloa
Hendrickx (1995a)		14				Pacífico Centro-Oriental
Gil-López (2006[2], com. pers.)	2.5	13		6.7		
Este estudio	3 MI	10.3 MI	7.12 +1.16 MI	6	186.6 (media= 51.04±27.92)	
	5.1 MM	13.4 MM	9.80+1.03 MM			
	3.5 HI	10.3 HI	6.74±1.06 HI			
	6 HM	11.2 HM	8.91±0.72 HM			
	6.9 OV	11 OV	8.98+0.83 OV			

Claves: MI: machos inmaduros, MM: machos maduros, HI: hembras inmaduras, HM: hembras maduras, OV: hembras ovígeras.

to de las hembras y machos de hasta 11.0 cm de AC fue semejante, posteriormente los machos crecieron y pesaron más. Por otro lado, los parámetros de crecimiento de las diferentes poblaciones evaluadas a lo largo del Pacífico mexicano presentaron algunas diferencias, probablemente debidas al método analítico utilizado, al tamaño de la muestra, al intervalo de tallas, a características intrínsecas de las poblaciones, a los factores ambientales de cada localidad y, en algunos casos, a la forma en que se reportaron los resultados, ya que algunos se hacen de forma mensual, mientras que en este documento fueron anuales. Además, algunas muestras provienen de la captura comercial, lo que significa que se han seleccionado los organismos grandes y desechado los pequeños, y en muchas ocasiones también a las hembras. Esto dificulta la comparación de las tasas de crecimiento obtenidas en este trabajo, con las de otras poblaciones de *C. arcuatus*, aunque es posible señalar, de manera general, que fueron "intermedias", similares a las registradas por Paul (1977, 1981a, 1982) y Quijano (1985), aunque diferentes de la estimada por Paul *et al*. (1983), debido a que esta última fue obtenida en condiciones de laboratorio. En la laguna de Cuyutlán, Salgado *et al*. (1994) registraron una tasa de crecimiento promedio diferente a la calculada en este trabajo, probablemente porque ese autor extrajo su información de la captura comercial, que sólo incide sobre organismos adultos.

Aunque se detectaron OV durante todo el año en el área de estudio, se presentaron dos periodos de reproducción bien definidos. El primero ocurrió de julio a septiembre, con un máximo en agosto, mientras que el segundo de noviembre a enero, con valo-

res mayores en diciembre. En comparación, en Sinaloa, Paul (1977) encontró hembras ovígeras de esta especie durante todo el año, aunque en mayo fueron más abundantes. Alcaraz (1980) capturó mayor número de OV de septiembre a noviembre y de marzo a mayo en El Caimanero, en Sinaloa. Quijano (1985) indicó que la época de reproducción de *C. arcuatus* en Huizache-Caimanero, dura de cinco a seis meses, ya que inicia en febrero y concluye en junio. Estos resultados sugieren que esta especie puede reproducirse todo el año, aunque con uno o dos pulsos importantes, que posiblemente dependen de las características ambientales de los lugares y las variaciones entre los años de estudio.

La fecundidad de *C. arcuatus* en Cuyutlán superó los datos reportados por otros autores para esta especie, como Paul (1982), quien mencionó que la fecundidad se encontraba entre uno y dos millones de huevecillos por hembra.

Los coeficientes de correlación resultantes de la regresión realizada entre la fecundidad, la talla y el peso, fueron significativos, aunque muy bajos porque la dispersión de los datos fue grande, probablemente porque las hembras pueden desovar hasta tres veces en la misma temporada (Paul *et al*., 1983; Quijano, 1985) y el número de huevecillos disminuye entre puestas subsecuentes. Esa variación también se presenta en algunas especies del género *Callinectes* que habitan en el Golfo de México (Tagatz, 1968a y b); empero, la dispersión también puede ser resultado de la pérdida de huevos durante la captura y el procesamiento de las muestras.

Conclusiones

La proporción por sexo de las jaibas capturadas en este estudio fue de 60% de machos y 40% de hembras, aunque hubo variaciones a lo largo del año.

Las tallas de las jaibas (N = 4 322) recolectadas estuvieron entre 3.0 y 13.4 cm, con un promedio de 8.4 cm, y moda de 9.0 cm; con pesos mínimo de dos gramos (2 g), y máximo de 186.6 g (promedio de 51.0 g). Las hembras maduras midieron de 6.0 cm a 11.2 cm (promedio de 8.9 cm), y sus pesos variaron de 18g a 119 g (promedio de 54.8 g). La madurez sexual de las hembras de *C. arcuatus* se alcanza en tallas de 5.8 cm a 10.3 cm. Las hembras ovígeras midieron entre 7.0 cm y 11.2 cm (promedio de 8.9 cm) y pesaron de 24 g a 139.4 g (promedio de 71.2 gramos).

La población de jaiba de la laguna de Cuyutlán soporta una presión de pesca constante que ha provocado que las tallas promedio disminuyan, en particular en el caso de los machos. Hay un reclutamiento continuo durante el año, puesto durante todo el ciclo de muestreo se observaron jaibas de las clases más pequeñas . El tipo de crecimiento es isométrico y las variaciones del factor de condición indican que engordan en abril, junio, octubre y febrero. La tasa de crecimiento de *C. arcuatus* en la laguna de Cuyutlán, Colima, es de 0.93 cm·mes^{-1} y 12.42 g·mes^{-1} y sus ecuaciones son:

$$\text{Talla: } AC_t = 16.09\,(1- e^{(-1.43\,(t+0.119))})$$
$$\text{Peso: } P_t = 331.38\,(1- e^{(-1.43\,(t+0.119))})^{3.028}$$

Las condiciones de salinidad durante casi todo el año fueron superiores a las marinas, y las hembras ovígeras sólo se encontraron en los sitios con salinidades estables donde había influencia permanente del agua de mar. La fecundidad de *C. arcuatus* en la laguna de Cuyutlán varió de 228 862 a 2 552 020 Hu, con un promedio de 793 798 Hu.

Referencias bibliográficas

ALCARAZ, T.J.N. 1980. *Contribución al conocimiento de la biología y algunos aspectos pesqueros de dos especies de jaibas* Callinectes arcuatus Ordway *y* Callinectes toxotes Ordway*, de la laguna de El Caimanero, Sinaloa*. *México.* Tesis Profesional. CICIMAR, IPN. La Paz, BCS. 107p.

ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1979. *Modificaciones introducidas al método volumétrico para la determinación de la fecundidad en peces*. Centro de Investigaciones Marinas, Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba. pp. 47-56.

ARCHAMBAULT, J.A., E.L. Wenner y J.D. Whitaker. 1990. Life history and abundance of blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, at Charleston Harbor, South Carolina. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 145-158.

BATTACHARYA, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23(1): 1-10.

CAMERON, J.N. 1985. La muda del cangrejo azul. *Investigación y Ciencia*, 106: 50-57.

CERVIGNÓN, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M.E. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Marquez, J.M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América.* Guías FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. FAO, Roma. 513p.

CHURCHILL. E.P. 1919. Life history of the blue crab. *Bulletin of the Bureau of Fisheries,* 36: 95-129.

DANIEL, W.W. 1991. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud.* Noriega-Limusa, México. 667p.

ESTÉVEZ, N. 1972. Estudio preliminar sobre la biología de dos especies alopátricas de cangrejos del Pacífico Colombiano. *Museo del Mar. Bogotá, Colombia. Boletín*, 4:1-17.

FINUCANE, H.J. y L.A. Collins. 1984. Reproductive biology of cero, *Scomberomorus regalis*, from the coastal waters of South Florida. *Northeast Gulf Science*, 7(1):101-107.

GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía,UNAM, México. 24p.

Gayanilo, F.C., P. Sparre and D. Pauly. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) *User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8, Rome, FAO. 126p.

Gil-López, H.A. y S. Sarmiento-Náfate. 2001. *Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes spp*) en el sistema lagunar Mar Muerto*, Oaxaca-Chiapas. Doc. Técnico. SAGARPA-INP, CRIP-Salina Cruz, Oaxaca. 41p.

Hanke, J.E. y A.G. Raitsch. 1995. *Estadística para negocios*. Irwin Ed., España. 965p.

Hendrickx, M.E., 1995a. Cangrejos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO. Roma, Italia. pp: 565-636

Hendrickx, M.E. 1995b. Checklist of brachyura crabs (Crustacea: Decapoda from the eastern tropical Pacific. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Bruxelles,* 65:125-150.

Hernández-Moreno, L.G. 2000. *Aspectos sobre ecología y biología de las jaibas* Callinectes arcuatus *y* C. bellicosus *(Crustacea: Portunidae) en la laguna costera de las Guásimas, Sonora, México*. Tesis de Maestría, Cibnor, La Paz. 125p.

Holden, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. *Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Parte 2. Manual de Ciencia Pesquera*. Documentos técnicos de la FAO sobre la pesca, 115 Revisión 1, Roma. pp. 123-131.

INEGI, 1995. *Estudio hidrológico del Estado de Colima.* Aguascalientes, México. 110p.

Maduro, V.E. 1974. *Contribución a la taxonomía de las jaibas de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura) de la costa pacífica de México y procesamiento bioestadístico de sus caracteres merísticos*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, UNAM, México. 81p.

Norse, E. y M. Estévez. 1977. Studies on portunid crab from eastern Pacific. I. Zonation along environmental stress gradients from the coast of Colombia*. Marine Biology*, 40:365-373.

Pacheco, C.J.A. 1993. Las jaibas de la Laguna de Términos. *Gaceta Universitaria. Universidad Autónoma del Carmen.* Ciudad del Carmen, Campeche, México. pp. 20-25.

Palacios-Fest, M.R. 2002. *La jaiba, biología y manejo*. AGT, México. 152p.

Paul, R.K.G. 1977. *Bionomics of crabs of the genus* Callinectes *(Portunidae) in a lagoon complex on the Mexican Pacific coast*. Tesis Doctoral, Depto. Biol. Mar., Univ. Liverpool. Port Erin, Isle of Man, Great Britain. 136p.

Paul, R.K.G. 1981a. *The development of a fishery for portunid crabs of the genus* Callinectes *(Decapoda: Brachyura) in Sinaloa*. Estación Mazatlán-ICMYL, UNAM, México. 78p.

Paul, R.K.G. 1981b. Natural diet feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Marine Ecology Progress Series,* 6: 91-99p.

Paul, R.K.G. 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda-Brachyura: Portunidae) in a lagoon system on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine Coast and Shelf Science,* 14: 13-26.

Paul, R.K.G. y A.B. Bowers. 1982. The ecology and *Penaeus* fishery of a coastal lagoon system in West Mexico. *Oceanol. Acta. Simposium sobre lagunas costeras.* SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 de septiembre. pp. 383-388.

Paul, R.K.G., A.B. Bowers y F.J. Flores-Verdugo. 1983. *Growth and ecdysis of the portunid crab* Callinectes arcuatus *Ordway (Decapoda: Brachyura), with reference to the exploitation of soft-shell crabs in Sinaloa, México.* Final Report. Department of Marine Biology, Universidad de Liverpool, Port Erin, Isle of Man, Great Britain e ICMYL, Estación Mazatlán, Sinaloa. México. 74p.

Paul, R.K.G. y F.J. Flores-Verdugo. 1980. La ecología y posibilidades pesqueras de la jaiba *Callinectes* sp. en Sinaloa, México. Depto. de Pesca, *Boletín Informativo del Centro de Investigaciones Pesqueras de Mazatlán*. 18p.

Pauly, D. y N. David, 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frecuency data. *Meeresforschung,* 28(4): 205-211.

Pineda, B. J., C. A. J. Díaz de León y F. Uribe-O. 1981. Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interuptus* (Randall, 1852) en Baja California. *Ciencia Pesquera*, 1(1): 99-118.

Prager, M. H., J. R. McConaugha, C.M. Jones y P.J. Geer. 1990. Fecundity of blue crab, *Callinectes sapidus*, in Chesapeake Bay: biological, statistical and management considerations. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 170-179.

Quijano, A.D. 1985. *Fecundidad y crecimiento en la jaiba* Callinectes arcuatus *Ordway 1863, en el sur de Sinaloa, México.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 65p.

Ramírez-Félix, E. y J. Singh-Cabanillas. 2003. *La pesquería de jaiba (*Calllinectes *spp.) en el Pacífico mexicano: diagnóstico y propuesta de regulación*. CONAPESCA-INP, SAGARPA, Mazatlán, Sinaloa, México. 47p.

Rodríguez de la Cruz, M.C. 1988. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. *Anuario estadístico*. SEPESCA, México. pp:187-191.

Ruíz-Durá, M.F. 1990. Recursos Pesqueros de las costas de México. Limusa, México. pp. 103-106.

Safran, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Marine Biology,* 112: 545-551.

SAGARPA, 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.

Salazar, I., V. Macías y A. Ramos. 2003. *Estudio biológico-pesquero para el manejo sustentable de la pesquería de jaiba* Callinectes bellicosus *(Stimpson, 1859) y* C. arcuatus *(Ordway, 1863) en las bahías de Topolobampo, Navachiste, Santa María La Reforma, Ensenada el Pabellón-Altata y Ceuta, en las costas de Sinaloa, México.* Periodo: enero de 1999 a diciembre de 2001. Doc. Técnico. SAGARPA-INP, CRIP-Mazatlán. 42p.

Salgado, J.M., F. Ascencio y V.C. García. 1994. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Col. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 13: 15-27.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. Documento Técnico de pesca, FAO 306/1. Valparaíso, Chile. 420p.

SPP. 1981. *Síntesis Geográfica del Estado de Colima*. México, DF, 131p.

Tagatz, M.A. 1968a. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(1): 17-33.

Tagatz, M.A. 1968b. Growth of juvenile blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(2): 281-287.

Van Engel, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 2. Reproduction, early development, growth and migration. *Commercial Fisheries Review,* 20 (6): 6-17.

Van Engel, W.A. 1990. Development of the reproductively functional form in the male blue crab *Callinectes sapidus. Bulletin of Marine Science*, 46(1): 13-22.

Williams, A. B., 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fishery Bulletin,* 72 (3): 685-798.

Williams, A. B., 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of Eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 550p.

Biología y pesca de la langosta azul *Panulirus inflatus* en la costa central de Jalisco, México

Eduardo Juárez Carrillo[*]
Eduardo Ríos Jara[*]
Ernesto López Uriarte[*]
José Luis Gómez Márquez[**]
Elaine Espino Barr[***]

Resumen

Se examinaron algunos aspectos de la biología y la pesquería de la langosta espinosa *Panulirus inflatus* de la costa central de Jalisco, México, que ayudarán en el manejo del recurso. La información se obtuvo de muestreos de la captura comercial (junio 1999-diciembre 2000; N = 1 410 langostas), entrevistas a los pescadores, los avisos de arribo de las oficinas de Pesca, las bitácoras de los pescadores y la bibliografía. La longitud del cefalotórax (Lc) varió entre 65 y 203 mm. La relación macho:hembra fue de 1.04:1. Durante todo el periodo hubo hembras ovígeras, pero su presencia fue mayor entre noviembre y julio. La fecundidad varió entre 33 672 y 924 334 huevos por hembra. El índice de potencial reproductivo más grande correspondió a los 120 mm de *Lc* (tres años de edad). Las ecuaciones de crecimiento en talla y peso fueron: $Lc = 244\ [1\text{-}e^{-0.235(t)}]$ y $P = 2{,}216\ [1\text{-}e^{-0.235(t)}]^{2.253}$, con una longevidad de 13 años. Los parámetros de mortalidad (Z = 0.99, M = 0.35 y F = 0.65) indicaron que la pesca ejerce una presión fuerte sobre el recurso y debe regularse inmediatamente. La extracción se realiza por buceo; se presenta una descripción de esta actividad y de las estimaciones del esfuerzo pesquero en la región.

Palabras clave: Langosta espinosa *Panulirus inflatus*, reproducción, fecundidad, crecimiento, mortalidad, pesquería en Jalisco, México.

Introducción

Las langostas espinosas o de roca (Crustácea: Decápoda: Palinuridae) son organismos que se encuentran en las zonas tropicales y templadas de todos los océanos del mundo. Tienen un innegable valor comercial, estético y alimentario, por lo que soportan algunas de las pesquerías industriales y artesanales más importantes del mundo. Desde el punto de vista ecológico, los palinúridos son un importante eslabón en la trama alimenticia (Gracia, 1985; Pérez-González *et al*., 1992).

Los adultos habitan desde la zona intermareal hasta los 100 m de profundidad. Las larvas, denominadas filosomas, son planctónicas, mientras que los juveniles o puerulus, están asociados a macroalgas y a la vegetación del fondo marino. Los adultos abundan en áreas con sustratos duros constituidos por rocas y cascajeras con restos de concha y coral. Su amplia distribución refleja su éxito ecológico y evolutivo, por lo que deben estudiarse mejor para lograr su aprovechamiento sustentable.

Entre 1983 y 1998 el promedio anual de captura de langosta en México fue de 2 190 t, con un máximo de 2 554 t en 1996 y un mínimo de 1 552 t en 1997, mientras que en la costa del Pacífico fue de 1 415 t anuales en promedio, por lo que representó poco más de 50% del total nacional, con un máximo de 1 800 t en 1996 y un mínimo de 1 063 t en 1993. La mayor proporción de la captura se pescó en Baja California y estuvo compuesta por la langosta roja *Panulirus interruptus* (Chapa-Saldaña, 1964; Vega-Velásquez *et al*., 2000).

En la región Pacífico centro se han identificado individuos de *Panulirus inflatus, P. gracilis* y *P. penici-*

* Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. A.P. 52-114, Zapopan, Jalisco, 45035, México. juarezcarrillo@hotmail.com, edurios@cucba.udg.mx, ernlopez@cucba.udg.mx
** Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores, Unidad Zaragoza, UNAM. lgomez@servidor.unam.mx
*** CRIP Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, Correo electrónico: elespino@gmail.com

llatus. La especie más abundante es la langosta azul *P. inflatus*, aunque la importancia de su pesquería no es comparable con la de Baja California. Esta especie se distribuye desde Isla Margarita, Bahía Magdalena en la costa suroccidental de la península de Baja California, en ambas costas del litoral del Golfo de California, hasta Puerto Ángel, Oaxaca; aunque se han capturado algunos ejemplares aislados en la Isla Guadalupe, San Diego, California y en el archipiélago de Revillagigedo, es casi exclusiva de México (Ayala-Martínez *et al*., 1988).

La Norma Oficial Mexicana NOM 006-PESC-1993 regula el aprovechamiento del recurso. La talla mínima de captura de las especies que se encuentran en Jalisco es de 82.5 mm de longitud de cefalotórax y el periodo de veda comprende desde el 1 de julio al 30 de noviembre, para proteger a las hembras ovígeras (DOF, 2004).

La mayor parte de la información sobre langostas espinosas de México se centra en los dos grandes polos de producción; el Pacífico norte (península de Baja California) y el Caribe (Chapa-Saldaña, 1964; Van Zalinge y Holguín-Quiñones, 1973; Malo, 1984; Morales, 1987; Ayala-Martínez *et al*., 1988; González y Lelevier, 1992; Guzmán del Proo, 1992; Guzmán del Proo y Pineda-Barrera, 1992; González-Cano *et al*., 1999; Vega-Velásquez *et al*., 2000).

Existen algunos estudios sobre las langostas del estado de Guerrero, como los trabajos de Briones-Fourzán *et al*. (1981), Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (1982, 1992, 2000), quienes estudiaron la biología, la pesca, el cultivo y presentaron algunas notas sobre nuevos registros de las langostas tropicales (*Panulirus inflatus, P. gracilis* y *P. penicillatus*). Gracia y Kensler (1980) y Gracia (1985) describieron la biología, la pesquería y las variaciones estacionales de la fecundidad de *P. inflatus* en esa región; mientras que Weinborn (1977) describió el ciclo reproductivo. La última revisión sobre el estado de las pesquerías de langosta en México (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2000) fue dedicada a las langostas espinosas, su pesquería y cultivo.

Destaca la escasez de datos sobre las poblaciones de langostas del Pacífico central mexicano, en particular de la costa de Jalisco, que permita conocer la situación pesquera, la biología y la ecología de las especies explotadas, información indispensable para regular el aprovechamiento del recurso. En el presente documento se analizan aspectos biológicos y pesqueros de la población de langosta *Panulirus inflatus* de la costa centro de Jalisco, con el objeto de conocer el estado actual del recurso y aportar sugerencias para su adecuado manejo.

Métodos y materiales

Área de estudio

La costa de Jalisco se caracteriza por su gran variedad de hábitats, ya que presenta bahías, acantilados con oleaje intenso, playas rocosas y arenosas protegidas o expuestas, zonas de manglares, estuarios y lagunas costeras. El fondo marino es también diverso, con arenas gruesas o finas, sustratos arcillosos, lodosos y mixtos. La plataforma continental es estrecha y tiene tres tipos de sedimento: limo-arcilla, limo-arena y arena-media (Ríos-Jara *et al*., 2001a).

La temperatura media anual del aire en la costa del estado de Jalisco es de 26 °C, con máximos de 29 °C y mínimos de 23 °C (Espino-Barr *et al.*, 2003). Es posible diferenciar tres épocas climáticas durante el año: cálido-seca (marzo a mayo), cálido-húmeda (junio a octubre), y semi templada-seca (noviembre a febrero). En la cálido-húmeda se presentan ciclones y tormentas tropicales que generan grandes fluctuaciones de temperatura y de otras variables hidrofísicas (Filonov *et al*., 2000).

Las aguas costeras de Jalisco son muy productivas por la influencia de la Contra Corriente Ecuatorial en verano y la Corriente de California en el invierno, con su alta salinidad y su baja temperatura (González-Ruelas, 2000).

Colecta. En visitas mensuales realizadas de junio de 1999 a diciembre de 2000 (con excepción de agosto de 1999) se obtuvieron datos y muestras a pie de playa de las capturas de langostas de los pescadores ribereños de las bahías de Careyes y Chamela (playas El Negrito y La Boquita). Se registraron 1 597 organismos de tres especies: 1 410 de la langosta de roca o azul *Panulirus inflatus* (88%), 174 de la langosta arenera, playera o verde *P. gracilis* (11%) y 13 organismos de la langosta reina o de Revillagigedo (1%), *P. penicillatus.*

El análisis estuvo centrado en la langosta azul, por lo que midió el largo total (L_{tot}) y del cefalotórax (Lc) en milímetros, con una cinta métrica y precisión de 1 mm; y el peso (P) con una balanza de precisión Ohaus con capacidad de 2 kg y precisión de 0.1 g, de cada ejemplar de esta especie. El sexo y el estadio de madurez reproductivo en las hembras se determinaron a partir de la descripción de Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz (1999). Las masas de huevos de las hembras ovadas se separaron y fijaron en una solución de formaldehído a 7% y agua de mar, neutralizada con borato de sodio.

Análisis de talla y peso. Con la información de la talla y el peso de los organismos se realizaron histogramas de distribución de frecuencias y análisis de

varianza (ANDEVA) de una y dos vías para conocer las posibles diferencias de la longitud promedio entre los sexos y entre las hembras en diferente estadio reproductivo; también se elaboraron gráficas de los registros mensuales para evaluar sus variaciones a lo largo del tiempo. Los valores del peso individual fueron sometidos a la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov y se comprobó que su distribución no fue de tipo normal, por lo que se aplicó una transformación logarítmica (peso+1) (Zar, 1996), antes de aplicar el ANDEVA. Se realizaron regresiones para obtener el modelo lineal que describe las características morfométricas (L_{tot}-Lc) y el modelo potencial para la talla y peso (Lc-P) (Mendenhall, 1987; Zar, 1996).

Proporción sexual y fecundidad. Se calculó la proporción que guardan los sexos durante todo el periodo de estudio y en cada uno de los meses; estos valores se compararon con la prueba de *ji-cuadrada*. También se estimó el porcentaje de hembras ovígeras por época del año e intervalo de talla, y a partir de la frecuencia acumulada de estos últimos se obtuvo la talla de primera madurez L_{50}, que corresponde al valor en que 50% de las hembras está madura (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

La fecundidad (Fec) se analizó siguiendo las propuestas de Gracia (1985) y Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz (1999). Las masas de huevos se separaron de los pleópodos, se secaron en un horno eléctrico a 45 °C durante 48 horas, se tamizaron y se pesaron; de cada masa se obtuvieron, al azar, tres submuestras de 0.01 g (±0.001) cada una; los ovocitos se contaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico y se determinó el promedio. La fecundidad se calculó con la fórmula de Holden y Raitt (1975):

Ec. 1 $$Fec = nPg/pg$$

Donde: Fec = fecundidad o número de huevecillos (Hu) en el individuo; Pg = peso total de la gónada; pg = peso promedio de la submuestra y n = número promedio de óvulos en la submuestra.

Posteriormente se graficó el número de huevecillos (Hu) y la longitud del cefalotórax (Lc) y por regresión lineal y potencial se obtuvieron las ecuaciones que relacionan ambas variables.

Para cuantificar el número de huevecillos aportado por clase de talla se utilizó el índice de productividad (J) y para estimar la población se empleo el índice del potencial reproductivo (IPR). El primero se calculó con la fórmula:

Ec. 2 $$J = E\,A^{-1}$$

Donde E es el porcentaje de huevos que aporta cada clase de talla y A es el porcentaje de hembras de una clase de talla en relación con el número total de hembras.

El IPR se estimó de acuerdo con Kanciruk y Herrnkind (1976):

Ec. 3 $$IRP = (A \cdot B \cdot C)\,D^{-1}$$

Donde: A = proporción de hembras en cada clase de talla en relación al total de hembras en la muestra; B = proporción de hembras ovígeras en una clase; C = número promedio de huevos de la masa ovada de una clase de tallas; y D = constante.

Para determinar las diferencias entre el peso de los huevecillos de las gónadas en diferentes estadios de desarrollo se utilizó la prueba por rangos de Kruskal-Wallis (Mendenhall, 1987; Zar, 1996), cuando éste arrojó resultados significativos se empleó una prueba *a posteriori* para definir el estadio significativamente diferente.

Crecimiento y longevidad. La ecuación de Von Bertalanffy (1938) se utilizó para estimar el crecimiento de las langostas (Ehrhardt, 1981):

Ec. 4 $$Lc_t = L_\infty\,[1 - e^{-K\,(t-to)}]$$

Donde: Lc_t = longitud del cefalotórax al tiempo *t*; L_∞ = longitud sub-infinito o asintótica; K = factor o velocidad de crecimiento (índice catabólico); t = tiempo; y t_0 = longitud teórica en la edad 0.

El parámetro t_0 fue el promedio de las t_0 de cada edad, según el método de Gulland (1983):

Ec. 5 $$t_0 = t + (K^{-1})\cdot((\ln (L_\infty - Lt))(L_\infty^{-1}))$$

Los parámetros de crecimiento se estimaron con el método indirecto del programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) contenido en el paquete FISAT (FAO-ICLARM) (Gayanilo *et al*., 1993), que utiliza datos de distribución de frecuencia de tallas y, de forma iterativa, calcula el mejor ajuste al desplazamiento mensual de las modas.

La ecuación del crecimiento teórico en peso se obtuvo con la ecuación de von Bertalanffy de la siguiente forma:

Ec. 6 $$P = P_\infty\,[1 - e^{-K\,(t-to)}]^{\,b}$$

Donde: P = peso al tiempo *t*; P_∞ = peso asintótico; b = pendiente de la relación potencial peso-talla (Lc).

Taylor (1960) considera la edad límite como el tiempo requerido para alcanzar 95% de la longitud

asintótica L_∞, de esta manera, el índice de longevidad es:

Ec. 7 $$A_{0.95} = t_0 + [2.996(K^{-1})]$$

Mortalidad. La mortalidad total (Z) se obtuvo por el método de la curva de captura, para lo cual se graficaron los valores de los logaritmos neperianos de las abundancias de cada edad, contra los grupos de edades (Sparre y Venema, 1995). El parámetro de mortalidad natural (M) se calculó con el método de Taylor (1958, 1959, 1960 y 1962):

Ec. 8 $$M = [2.996\ (A_{0.95})^{-1}] - t_0$$

A partir de los valores de mortalidad *Z* y *M* se obtuvo la mortalidad por pesca (F), mientras que la sobrevivencia (S) se estimó con la ecuación descrita por Ricker (1948):

Ec. 9 $$S = e^{-Z}$$

Descripción de la pesquería y el esfuerzo

Captura y esfuerzo. La información sobre el volumen anual de la captura de langosta de 1972 a 2001 se obtuvo de varias fuentes. Los datos de 1972 a 1976 se extrajeron del trabajo de Ramírez-Granados (1977), y el resto de los anuarios estadísticos de pesca publicados por la dependencia gubernamental encargada del ramo (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002).

Los datos de captura se obtuvieron de los avisos de arribo proporcionados por la Oficina de Pesca de Barra de Navidad, mientras que la captura de un pescador por día de trabajo se estimó por medio de los muestreos realizados en campo y de la información recabada de las bitácoras de los pescadores, la que se utilizó como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

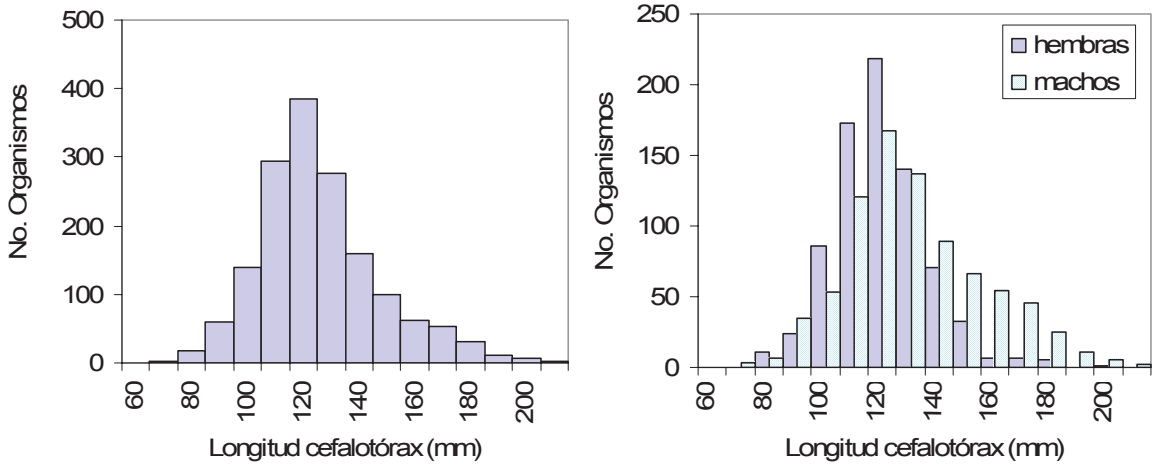
Arte y método de pesca. Sobre la base de la información recabada en el campo por las entrevistas y observaciones directas, se describieron los métodos y las artes de pesca, las características de la jornada y se estimó el esfuerzo pesquero que se ejerce sobre la langosta en el área de estudio.

Resultados

Análisis de talla y peso

La distribución de frecuencias de la longitud del cefalotórax (Lc) mostró que la moda correspondió a 120 mm, tanto para la población total (Fig. 1a), como para los machos y hembras (Fig. 1b). El valor promedio general fue de 123.5 mm, con el mínimo de 65.0 mm y el máximo de 203.0 mm (Tabla 1). Las distribuciones de frecuencias de las tallas de los individuos de ambos sexos presentaron la misma forma, pero el ANDEVA de una vía mostró diferencias significativas ($F'_{0.05\ (1,552\ =3.85)} = 63.37$), puesto que los machos alcanzaron un tamaño promedio mayor que el de las hembras. Por otro lado, la *tabla 1* muestra que en varios meses se presentaron individuos de tallas pequeñas, tanto entre las hembras como entre los machos, lo que sugiere que el reclutamiento en el área ocurrió durante todo el año.

Figura 1
Distribución de frecuencia de la longitud del cefalotórax de los organismos de la costa de Jalisco

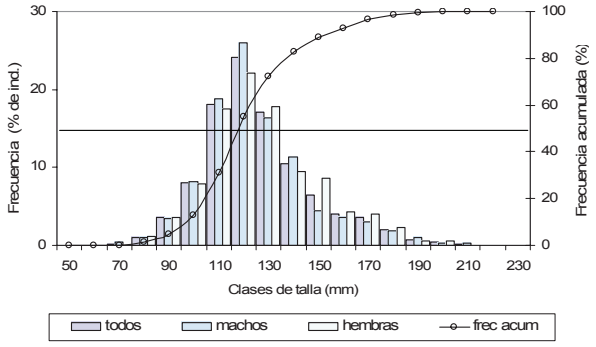


a) b)

a) Total de individuos, b) Machos y hembras.

La distribución de tallas (Lc) y su frecuencia acumulada indicaron que 50% de los animales capturados era menor de 120 mm y 25% menor de 110 mm (Fig. 2), también muestra que el reclutamiento de la captura se inició a los 70 mm.

Figura 2
Distribución de tallas (longitud del cefalotórax) y frecuencia acumulada



La distribución de frecuencias del peso total (P) de los individuos, así como de los machos y las hembras, fue leptokúrtica y sesgada a la izquierda, con la moda ubicada entre 300 y 400 g (Fig. 3). El ANDEVA indica que hubo diferencia significativa entre el peso de los ejemplares de ambos sexos ($F'_{0.05\ (1,594\ =3.85)}$ = 52.85), ya que los machos fueron más grandes. El peso total de las langostas varió entre 148 g y 1 927 g, con un promedio de 524 g. Los machos con menor y mayor pesos se presentaron en octubre de 1999 y noviembre de 2000, respectivamente; mientras que en el caso de las hembras, en julio de 1999 y mayo de 2000, respectivamente (Tabla 2).

En la *figura 4a* se muestra la relación entre la longitud total (L_{tot}) y *Lc*; mientras que los valores de la ecuación se presentan en la *tabla 3*. Allí se aprecia que la varianza explicada por la función fue mayor en los machos.

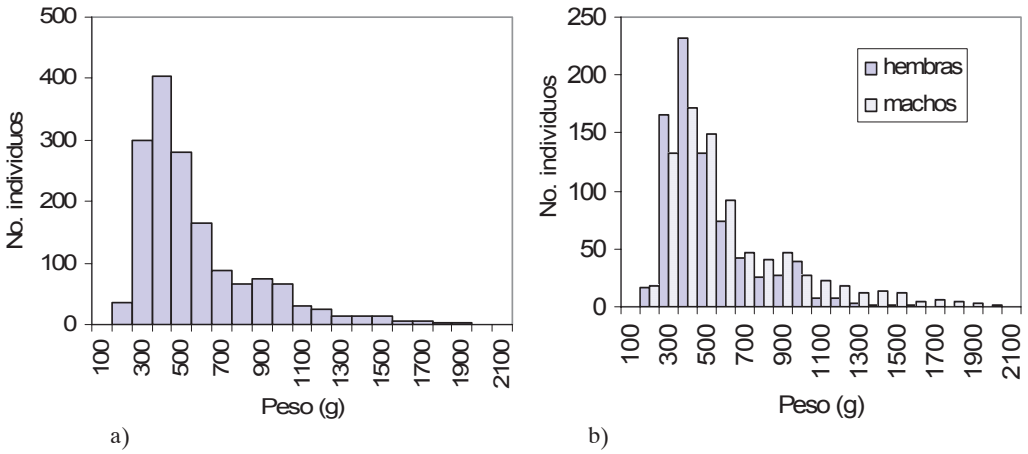
Aunque los gráficos que muestran que la relación entre la *Lc* y el *P*, de todos los valores, y de los machos y las hembras, fueron similares (Fig. 4b), el ANDEVA mostró diferencias significativas entre los sexos ($F'_{0.05\ (1),\ 3.85}$ = 49.39), lo que sugiere que el crecimiento de ambos sexos fue diferente.

Proporción sexual y fecundidad

La proporción de sexos (macho:hembra) fue de 1.04:1. Esta relación presentó algunos cambios, ya que el número de hembras aumentó en octubre de 1999 y disminuyó en julio de 2000; sin embargo, no fueron estadísticamente significativos ($F'_{0.05(1,\ 30),4.17}$ = 0.01). Por otro lado, las variaciones en la proporción mensual de las hembras ovígeras sugieren que la temporada reproductiva fue de noviembre a julio (Fig. 5).

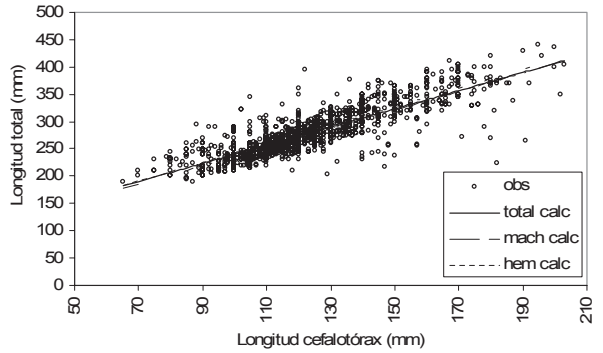
La proporción de hembras maduras dentro de cada clase de talla fue cercana a 50%, excepto en las langostas de la clase de 20 cm (las más grandes), en la que 100% portaba huevos. Al ordenar a las hembras ovígeras por talla se observó que las del grupo de 11 cm fueron las más abundantes; sin embargo, se detectaron diferencias de acuerdo con las estaciones del año (Fig. 6), ya que durante la cálido-húmeda se presentó mayor número de clases de talla.

Figura 3
Distribución de frecuencias del peso de los organismos de la costa de Jalisco

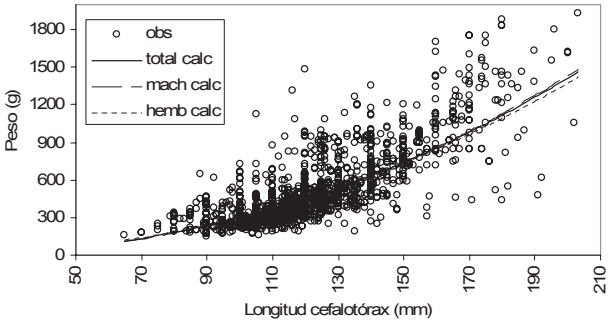


a) Total de individuos, b) machos y hembras.

Figura 4



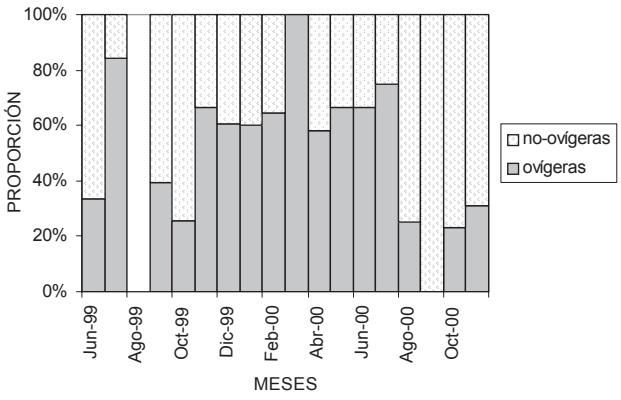
a)



b)

Relación a) lineal entre la longitud total y la longitud del cefalotórax, y b) entre el peso total y la longitud del cefalotórax del total, de los machos y las hembras.

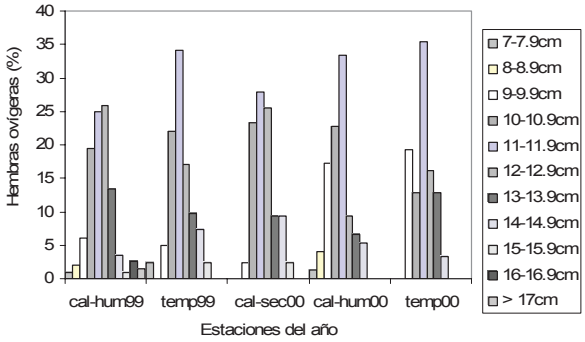
Figura 5
Distribución mensual de la proporción de hembras ovígeras



En agosto de 1999 no se realizó el muestreo.

La fecundidad (Fec) varió de 33 672 huevecillos (Hu) en una hembra de 100 mm de *Lc*, a 924 334 en una hembra de 140 mm. La ecuación obtenida entre

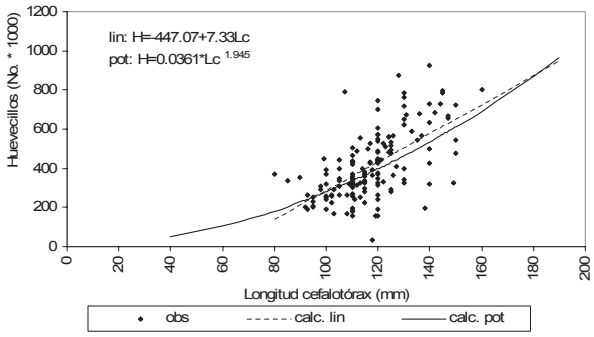
Figura 6
Proporción de hembras ovígeras en cada clase de edad



Temporadas cal-hum = cálido-húmedo, cal-sec= cálido-seco, temp = templado.

Hu y la *Lc* con el modelo lineal (r = 0.614, N = 154, $p < 0.05$) presentó mejor ajuste y el valor de la suma de cuadrados del error fue menor (SCE = 2 841 547.4) que la resultante del modelo potencial (r = 0.521, N = 151, $p < 0.05$ y SCE = 2 958 707.1) (Fig. 7). La variabilidad que se observa en el gráfico puede deberse a que se analizaron en conjunto los tres estadios de madurez.

Figura 7
Relación entre el número de huevecillos (Hu) y la longitud del cefalotórax (Lc)



El peso seco de las masas de huevos varió entre 0.5 g y 18.7 g, con una media de 8.56 (desviación estándar DE ±3.7). El ANDEVA por rangos de Kruskal-Wallis indicó que entre los estadios hubo diferencia significativa ($F'_{0.05\,(2,\,146)} = 20.765$), y la prueba *a posteriori,* que las masas en la fase III fueron más livianas, ya que al desarrollarse el embrión, éste absorbe agua y consume la grasa de la reserva vitelina. El número de huevos por gramo de muestra seca varió de 32 798 a 67344, con una media de 49 061 (±5 558). Las pruebas aplicadas para comparar el número de huevecillos por gramo de la masa ovada indicaron que la mediana

del estadio III fue estadísticamente diferente de la de los otros dos estadios ($F'_{0.05\,(2,\,146)} = 19.37$).

Se analizaron 149 masas ovígeras, de las cuales 59% se encontró en estadio I, puesto que eran de color café claro; 16% correspondió al estadio II (masas anaranjadas) y 25% al III (huevos de color café oscuro). El ANDEVA aplicado al número de huevos cuantificado en los tres estadios de madurez indicó que existió diferencia estadística significativa entre éstos, y la prueba *a posteriori* mostró que el *Hu* fue menor en el estadio III.

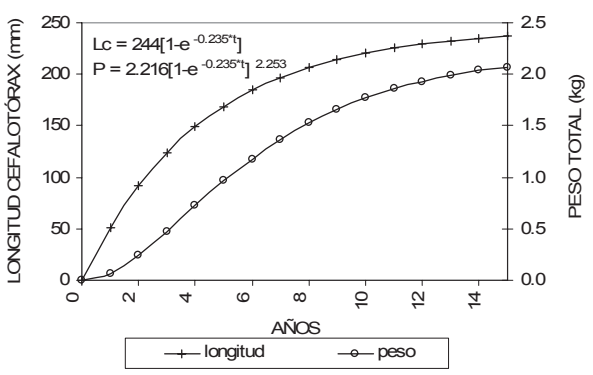
El valor más alto del IPR se obtuvo en la clase de 120 a 129 mm de *Lc* (Tabla 4). El porcentaje de hembras ovadas se incrementó entre las de mayor talla, desde 45.5% en la clase de 80-89 mm de *Lc*, hasta 66.4% en la de 130 a 139 mm. Las hembras de las clases de 120-129 mm y 130-139 mm de *Lc* contribuyeron con 50% del total de huevos producidos. La producción más alta se encontró en la clase de 200-209 mm de *Lc* (J = 3.09), que fue seis veces más productiva que la de 80-89 (J = 0.49) (Tabla 4).

Aunque *Panulirus inflatus* es capaz de reproducirse varias veces en el año (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2000), ya que se observó que las hembras colectadas presentaban nuevos espermatóforos cuando aún tenían masas de huevos, se desconoce el número de eventos reproductivos por año. En este análisis se consideró, de manera conservadora, un evento al año.

Crecimiento y longevidad

La ecuación de crecimiento teórico de von Bertalanffy en longitud de cefalotórax fue: $Lc = 24.4\ (1\text{-}e^{-0.235(t)})$ y en peso: $P = 2\ 216(1\text{-}e^{-0.235\ (t)})^{2.253}$ (Fig. 8). Con los parámetros $t_0 = 0$ y K = 0.235 se estimó una longevidad de 13 años.

Figura 8
Crecimiento teórico en talla y peso de la langosta de acuerdo al modelo de von Bertalanffy



La talla de los individuos capturados en la costa de Jalisco permite suponer que éstos pertenecían a los grupos de edad de tres a cinco años. Por otra parte, se estimó que la edad de los reclutas en el área era de dos años y que los organismos más viejos alcanzaron los nueve años.

Mortalidad

El valor de *Z*, calculado a partir de la pendiente de la curva de captura ($Y = 6.96 - 0.99$ x, $r = -0.938$, $r^2 = 0.88$, N = 21) fue de 0.99. La mortalidad natural (M) fue de 0.35 y por pesca (F) de 0.65, mientras que la sobrevivencia (S) fue de 0.37, lo que significa que 63% de la población muere al año, 22 % por causas naturales y 41% como consecuencia de la pesca.

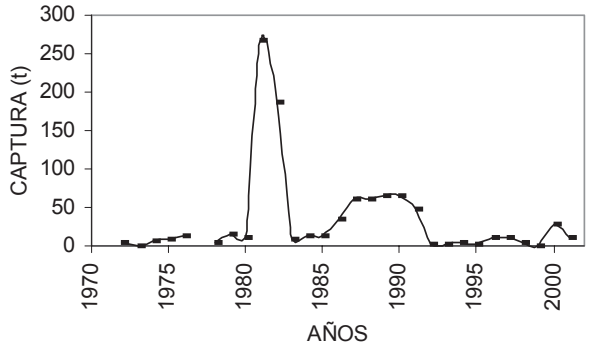
Descripción de la pesquería y el esfuerzo

En el área de estudio se capturan, en orden de importancia, representantes de *Panulirus inflatus, P. gracilis y P. penicillatus*. Estas especies conforman la reserva que es posible pescar del Pacífico tropical mexicano, ya que comparten un área geográfica común.

Captura y esfuerzo. En la *figura 9* se observa la serie de datos de la captura comercial por año. La pesca de langosta se inició oficialmente en 1972, con variaciones anuales de una a 60 toneladas, excepto en 1981 y 1982, cuando se obtuvieron volúmenes excepcionales: 188 y 267 t, respectivamente. Estas grandes variaciones probablemente sean resultado, en parte, del decremento en el número de permisos vigentes de pesca comercial, que redunda en grandes deficiencias en el registro de las capturas (véase el trabajo sobre las pesquerías ribereñas de Jalisco de Espino-Barr *et al.*, en este mismo libro). En los últimos años solamente ha existido un permiso, que ampara tres embarcaciones de una sociedad cooperativa, mientras que en la década de años noventa había 10 permisos y en los años ochenta probablemente más (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990; Martínez-González *et al.*, 2002). Cabe la posibilidad de que también sea resultado de ciclos propios de la especie y del efecto del ambiente (Vega-Velásquez *et al*., 1992).

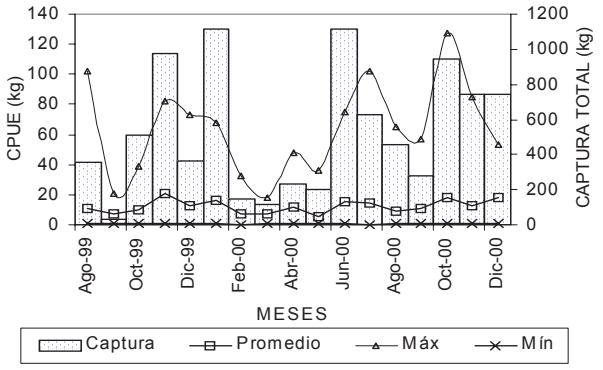
Se obtuvieron 743 registros de captura de 58 pescadores durante los 18 meses de muestreo, en los que es posible notar que la captura por día de trabajo fue muy variable (0.3-127 kg), pero el promedio fue de 13 kg (±15.71). La mayor efectividad de pesca (CPUE) se observó en otoño, con picos en octubre, pero los meses con mayor captura fueron enero y junio; en contraste, el menor rendimiento se obtuvo en septiembre de 1999 y marzo de 2000 (Fig. 10), lo que sugiere que

Figura 9
Captura anual (t) de langosta en Jalisco



Fuente: Datos de 1972 a 1976 de Ramírez-Granados (1977), datos de 1978 a 2001 de los anuarios estadísticos de pesca (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002).

Figura 10
Valores de la captura total de langosta y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio, máxima y mínima



fue una actividad dirigida cuando el recurso fue más abundante, e incidental cuando escaseó.

Método y jornada de pesca. La captura de la langosta se realiza por buceo en embarcaciones de 7.5 m (25 pies) de eslora, impulsadas por motores fuera de borda. Algunos pescadores practican el buceo libre desde alguna lancha o desde la orilla; no obstante, la mayoría utiliza equipo de buceo semiautónomo tipo hooka, fabricado con la adaptación de un cilindro de gas y un compresor de refrigerador. La unidad de esfuerzo utilizada en este trabajo es un buzo en una embarcación con su cabo de vida, el equipo de buceo y un gancho. La captura por unidad de esfuerzo corresponde a un viaje o jornada.

El arte de pesca consiste en un gancho, construido con una barreta y un anzuelo recto del número 2 ó 3,[1] amarrado en un extremo. El pescador también lleva un costal en el que deposita otros organismos susceptibles de comercializarse, como el pulpo, el pepino de mar y algunas especies de caracoles (Ríos-Jara *et al.*, 2001b).

Las jornadas se realizan principalmente en la mañana, aunque algunos buzos prefieren trabajar de noche; la duración promedio del viaje es de cuatro horas. El buzo baja a los lugares de pesca, por lo general acantilados submarinos, y el bote con el cabo de vida lo sigue durante todo el recorrido. Conforme avanza por el fondo, busca entre los recovecos de las rocas y cuevas, y en donde ve las antenas de la langosta introduce el gancho para jalarla. El pescador puede estimar si el organismo es de talla comercial, por el tamaño de las antenas. Cuando el costal se llena con la captura, el buzo sube a la superficie.

Las inmersiones se conocen con el nombre de "porrazo" y duran de una a dos horas cada una. El día de pesca (también conocido como "marea") se cuantifica por el número de porrazos que realiza el pescador, que generalmente es de dos diarios, lo que equivale a tres o cuatro horas en total bajo el agua; no obstante, cuando la captura es alta, se realizan hasta cuatro porrazos con un tiempo de inmersión de hasta seis horas en total.

El producto de la pesca se entrega en playa a intermediarios que lo transportan a las zonas hoteleras de la región o a mercados de productos marinos en la ciudad de México y Guadalajara.

Discusión

La estructura de tallas de la langosta *Panulirus inflatus* de la captura comercial mostró que los individuos que se extraen en la costa central de Jalisco fueron de mayor tamaño que los obtenidos en Zihuatanejo, Guerrero y Sinaloa (Tabla 5), aunque cabe mencionar que en todas las localidades los machos fueron de mayor tamaño que las hembras.

Las tallas y los pesos de las hembras y machos fueron estadísticamente diferentes, lo que sugiere que su forma de crecimiento es distinta, aunque también es posible que sean consecuencia de la manera en que se agregan las clases de tallas y del sesgo que resulta de obtener las muestras de la captura comercial, ya que en este caso se tiende a colectar a los individuos de mayor tamaño (Van Zalinge y Holguín-Quiñones, 1973).

1. La longitud total y la abertura de los anzuelos de acuerdo con su número es: núm. 2: de 7.5 y 2.5 cm; núm. 3: 7 y 2.3 cm.

La abundancia del recurso aumenta en otoño, al igual que lo reportado en Guerrero (Briones-Fourzán *et al*., 1981), pero sin presentar las grandes variaciones latitudinales y en el tiempo que se han registrado en las poblaciones de la costa occidental de Baja California (Vega-Velásquez *et al.*, 1992) debido a las diferentes condiciones ambientales, ya que en el litoral del Pacífico central mexicano los cambios de temperatura a lo largo del año son menos pronunciados (véase el trabajo de Gallegos *et al.*, en este mismo libro) que en Baja California.

La proporción de sexos fue de 1:1, similar a la encontrada por Weinborn (1977) en Guerrero, aunque diferente a la reportada por Briones-Fourzán *et al*. (1981) en ese mismo estado (dos machos: una hembra). Vega-Velásquez *et al*. (1992) sugieren que hay variaciones estacionales en esta relación, resultado del comportamiento reproductivo de la especie y su tendencia a agruparse y migrar. En este estudio no se observaron estas diferencias, ya que el recurso vulnerable es aquel que se acerca a las zonas someras para reproducirse.

La *Lc* de la hembra ovígera más pequeña observada fue de 60 mm, mayor a la reportada en Guerrero: 54 mm (Briones-Fourzan *et al*., 1981), 46 mm y 48 mm (Gracia, 1985). Esos autores sugieren que la presión por pesca obliga a los organismos a reproducirse a menor talla, aunque no más jóvenes.

Aunque todo el año se encontraron hembras ovígeras (con excepción de septiembre de 2000), los picos de reproducción se presentaron de noviembre a julio, lo que coincidió con lo registrado por Weinborn (1977) en Guerrero. Sin embargo, es probable que haya cambios a lo largo del tiempo, puesto que en ese mismo estado Briones-Fourzán *et al*. (1981) encontraron que hembras ovígeras fueron menos abundantes durante el invierno, mientras que Gracia (1985) reportó dos temporadas reproductivas delimitadas por la fecundidad: otoño con mayor potencial y primavera, con menos huevecillos.

La estimación de la fecundidad (Fec) presentó grandes márgenes de variación, ya que las masas de huevecillos no siempre están en el mismo estado de desarrollo y su peso cambia durante la gestación. El modelo lineal empleado para relacionar la *Lc* con la *Fec* muestra que esta última se incrementa proporcionalmente con la talla. Gracia y Fernández (1992) compararon los resultados de la aplicación de este modelo en *P. gracilis* y *P. inflatus* y encontraron que en la langosta verde la mayor fecundidad se presenta a menor talla que en la langosta azul.

La NOM 006-PESC-1993 que regula la veda y establece los lineamientos para la pesca de langosta, estipula que en Jalisco la *P. inflatus* debe capturarse cuando pase los 8.25 cm de *Lc* (DOF, 2004). La población de la costa de Jalisco se aprovecha comercialmente a partir de los 65 mm, pero 50% de los organismos capturados supera los 120 mm. Si a esto se le agrega que las clases de talla de hembras que aportan mayor número de huevecillos son las que miden más de 120 mm, es posible suponer que el potencial reproductivo de la población podría mantenerse, siempre y cuando no disminuya la talla L_{50}. El análisis del índice del potencial reproductivo (IPR) destaca la importancia de las hembras grandes en la población y debe considerarse en el plan de manejo del recurso (Fonseca-Larios y Briones-Fourzán, 1998; Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz, 1999).

El periodo de veda establecido en la NOM comprende desde el 1 de julio al 30 de noviembre, para proteger a las hembras ovígeras; no obstante, éstas fueron más abundantes entre noviembre y julio. En este sentido, Chapa-Saldaña (1964) reconoció que la veda basada en el ciclo reproductivo de *Panulirus interruptus* en aguas templadas del norte del Pacífico mexicano, no es operativa en regiones tropicales, porque las langostas de todas las especies presentan hembras ovadas durante casi todo el año.

Weinburn (1977) calculó un crecimiento anual de 50 mm en las clases de 37.5 a 77.5 mm de *Lc*, sobre la base del seguimiento modal de la distribución de tallas. Este incremento puede ser comparable con los resultados de la ecuación de crecimiento obtenida en este trabajo, ya que para la edad de un año fue de 50 mm; posteriormente, conforme avanza la edad, el incremento anual disminuye. La curva que representa el crecimiento de la población de langosta en Jalisco está calculada con ejemplares que casi han alcanzado los tres años. También es necesario considerar que el programa ELEFAN, utilizado en este análisis, puede sobrevaluar los parámetros de crecimiento (Espino-Barr, 1996). Por otro lado, los parámetros de crecimiento de la langosta roja *P. interruptus* de Baja California (L_∞ = 190 mm en hembras y 204 mm en machos, K = 0.09 hembras y 0.14 machos), reportados por Ayala-Martínez *et al*. (1988), fueron significativamente menores que los estimados en el presente documento y pueden ser resultado de las diferencias ambientales entre ambas regiones.

En su análisis de la pesquería de la langosta *Panulirus argus* en las Bahamas, Smith y van Nierop (1986) calcularon los parámetros de mortalidad como Z = 1.28, M = 1.16 y F = 0.19, por lo que concluyeron que la pesquería estaba subutilizada y que podía incrementarse 40%. En la costa de Jalisco la situación es diferente, porque la mortalidad por pesca (F= 0.65) es mayor que la natural (M = 0.35), lo cual muestra que no debe propiciarse el incremento en el esfuer-

zo de pesca y que deben tomarse medidas inmediatas para regularlo.

Aunque se desconoce el esfuerzo efectivo de pesca y el estatus de la langosta azul *Panulirus inflatus* en Jalisco, es necesario desarrollar un plan de manejo, para lo cual es indispensable otorgar permisos de pesca de fomento que permitan su estudio. Para apoyar el área de la investigación se sugiere instrumentar el uso de una bitácora que registre la actividad diaria por embarcación y que se realice un estudio, durante al menos cinco años, para conocer de manera más precisa la dinámica de las poblaciones en el estado de Jalisco ya que, si bien aparentemente la población es "sana", falta más conocimiento sobre su biología. Es necesario también que se realicen evaluaciones de la distribución y la abundancia de las larvas, porque esto permitiría hacer correlaciones con el reclutamiento y ampliar el conocimiento del ciclo de vida de la especie.

Es indispensable comparar varios métodos de pesca, ya que el gancho no está aceptado en la NOM 006-PESC-1993 (DOF, 2004), aun cuando en Jalisco se ha observado que permite seleccionar a los individuos de tamaño comercial y descartar a los juveniles.

Entre las medidas que se proponen para reglamentar su explotación, están la de establecer cuotas anuales de captura, definidas con base en la tendencia de la CPUE y los cambios de la especie determinados por su entorno; y que los permisos de pesca sean específicos para la pesca comercial de la langosta *Panulirus inflatus* y de vigencia limitada, determinada por la disponibilidad del recurso y el desempeño del pescador.

Referencias bibliográficas

AYALA-MARTÍNEZ, Y., J. González-Avilés y G. Espinoza-Castro. 1988. Biología y Pesca de langosta en el Pacífico Mexicano. En: *Recursos Pesquero Mexica*nos. XXV Aniversario del INP, SEPESCA, México. pp. 251-296.

BRIONES-FOURZÁN, P. y G. Contreras-Ortiz, 1999. Reproduction of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Decapoda:Palinuridae) on the Caribbean coast of México. *J. Crustacean Biol.,* 19(1):171-179.

BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 1982. Nuevas localidades en la distribución de *Panulirus penicillatus* (Olivier) y *P. inflatus* (Bouvier) en México. (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM*, 9(1):389-394.

BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 1992. Aspects of the reproduction of *Panulirus inflatus* (Bouvier) and *Panulirus gracilis* Streets (Decapoda:Palinuridae) from the Pacific Coast of México. *J. Crustacean Biol*., 12(1):41-50.

BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 2000. The spiny lobsters fisheries in México. En: B. F. Phillips y J. Kittaka (eds.). *Spiny lobsters: Fisheries and culture*. Blackwell Science, USA. pp. 153-168.

BRIONES-FOURZÁN, P., E. Lozano-Álvarez, A. Martínez-Guerrero y A.S. Cortés. 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de la langosta en Zihuatanejo, Gro., México (Crustácea: Palinuridae). *An. Inst.Cienc. Mar y Limnol. UNAM,* 8(1):79-102.

CHAPA-SALDAÑA, H. 1964. *Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su pesquería*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Publicación 6, 68 p.

DEPESCA. 1980. *Anuario estadístico de Pesca 1978*. Departamento de Pesca, México. 361p.

DEPESCA. 1981. *Anuario estadístico de Pesca 1980*. Departamento de Pesca, México. 800p.

DOF 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección, 128p.

EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones*. 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales. INP, México. 150 p.

ESPINO-BARR, E., 1996. *Edad y crecimiento del huachinango* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922), en las costas de Colima, México*. Tesis de Maestría, UNAM, México. 73p.

ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2003. *Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco*. Informe Interno, INP/CRIP-Manzanillo, México. 52p.

FILONOV, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas,* 26(2):303-321.

FONSECA-LARIOS, M.E. y P. Briones-Fourzán. 1998. Fecundity of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Caribbean coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 63(1):21-32.

GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1993. *The FiSAT User's Guide*. FAO Computarized Information Series Fisheries, 99. Draft. ICLARM, Philippines. 70p.

GONZÁLEZ, J.G. y A. Lelevier. 1992. Análisis de 10 temporadas de pesca de langosta roja *Panulirus interruptus* en Baja California. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México. pp. 97-106 .

GONZÁLEZ-CANO, J., V. Ríos-Lara, A. Ramírez-Estévez, C. Zetina-Moguel, C. Aguilar-Cardozo, K. Cervera-Cervera, J.D. Martínez, R. Mena-Aguilar y M. Cobá-Ríos. 1999. Langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus*. En: A. Aguilar-Ibarra, P. Arenas-Fuentes, L. Beléndez-Moreno (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. INP, SEMARNAP, México. pp. 632- 654

GONZÁLEZ-RUELAS, M.E. 2000. *Estructura termohalina de las aguas, corrientes y ondas internas en la costa occidental de México*. Tesis doctoral, Programa Interinstitucional de Postgrado en Ciencias Marinas. Fac. de Veterinaria y Zootecnia, UdeC, México. 140p.

GRACIA, A. 1985. Seasonal variation of the fecundity of the lobster *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *Ciencias Marinas*, 11(1):7-27.

GRACIA, A. y P. Fernández. 1992. Potencial reproductivo de las langostas *Panulirus gracilis* y *Panulirus inflatus*. En*:* Guzmán del Proo, S. (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México, 212p.

GRACIA, A. y C.B. Kensler. 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM,* 7(2):111-128.

GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO, Roma. 223p.

Guzmán del Proo, S. (ed.), 1992. *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, bcs. sepesca e ipn, México, 212p.

Guzmán del Proo, S. y J. Pineda-Barrera. 1992. Análisis poblacional de la pesquería de langosta (*Panulirus interruptus*) de 1971-1975, en La Bocana-Abreojos, bcs. México. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, bcs. sepesca e ipn, México, 212p.

Holden, M.J. y D.F.S. Raitt, 1975. *Manual de Ciencia Pesquera*. *Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. onu/fao. Doc. Tec. Sobre Pesca, 115. rev. 1. 207p.

Kanciruk, P. y W.F. Herrnkind. 1976. Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26:417-432.

Malo, A. 1984. Un caballero medieval de los bajos fondos. La hazaña de ser langosta. *Técnica Pesquera*, 19(219):6-13.

Martínez-González, G., F.R. Baiza-Serrano, V. García-Carvajal e I. Peña-Ramírez. 2002. *Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco*. Documento interno. Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, sagarpa, Jalisco. 3p.

Mendenhall, W. 1987. *Introduction to probability and statistics*. University of Florida, Emeritus. 884p.

Morales, J.J. 1987. Un crustáceo que hizo cambiar la geografía. *Técnica Pesquera*, 19(219):15-18.

Pérez-González, R., L.M. Flores-Campaña y A. Núñez-Pasten. 1992. Análisis de la distribución de tallas, captura y esfuerzo en la pesquería de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) y *P. gracilis* Streets, 1871 (Decapoda:Palinuridae) en las costas de Sinaloa, México. *Proc. San Diego Soc. Nat. History*, 15:1-5.

Ramírez-Granados, R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima.* depes. Tomo 2, México. pp. 269-368.

Ricker, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ.* (*Sci. Ser.),* 15: 101p.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, E. López-Uriarte y E. Juárez-Carrillo. 2001a. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Rev. Biol. Trop*., 49(3):785-789.

Ríos-Jara, E., M. Pérez Peña, E. Juárez Carrillo y E. López Uriarte. 2001b. *Recursos pesqueros de la costa de Jalisco*. Colección: Producción académica de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores (sin), UdeG., México. 159p.

Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. agt, México. 79p.

sagarpa. 2000. *Anuario estadístico de pesca 1999*. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura de sagarpa, México. 280p.

sagarpa. 2002. *Anuario estadístico de pesca 2001*. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura de sagarpa, México. 290p.

semarnap. 1997. *Anuario Estadístico de Pesca 1996*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.

semarnap. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.

semarnap. 1999. *Anuario Estadístico de Pesca 1998*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.

sepesca. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Secretaría de Pesca, México. 513p.

sepesca. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1983*. Secretaría de Pesca, México. 327p.

sepesca. 1985c. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Secretaría de Pesca. México, México. 338 p.

Smith, G.B. y M. van Nierop. 1986. Abundance and potential yield of spiny lobster (*Panulirus argus*) on the little and great Bahama bank. *Bull. Mar. Sci.*, 39(3): 646-656.

Sparre, P. y S.C. Venema, 1995. *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales.* Parte I. Manual. Documento técnico de pesca 306/1. fao. Roma. 420p.

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil*, 23(3):366-370.

Taylor, C.C. 1959. Temperature and growth. The Pacific razor clam. *J. Conseil,* 25(1):93-101

Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. *J. Conseil,* 26(1):177-124.

Taylor, C.C. 1962. Growth equations with metabolic parameters. *J. Conseil,* 27(3):270-286.

Van Zalinge N.P y O. Holguín-Quiñones, 1973. Relaciones de la longitud de carapacho, peso total y peso de la cola de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895) y *Panulirus interruptus* (Randall 1840), del territorio de Baja California. Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros de México. pnud/fac. inp. *Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México*. *cepm,* 5:1-11.

Vega-Velásquez, A., G. Espinoza-Castro, C. Castro-Aguirre, G. León-Carballo, J.R. Turrubiates-Morales y M.A. Reineke-Reyes, 1992. Variación espacio-temporal de la estructura poblacional e índices de abundancia relativa y su relación con el proceso de reclutamiento de las langostas (*Panulirus* spp.), en el litoral occidental de Baja California Sur. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, bcs. sepesca e ipn, México. pp. 1-45.

Vega-Velásquez, A., C. Gómez-Rojo, G. Espinoza-Castro y P. Sierra-Rodríguez. 2000. Langosta de Baja California. En: A. Aguilar-Ibarra, P. Arenas-Fuentes, L. Beléndez-Moreno (eds). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998.* inp, semarnap, México. pp. 265-297.

Villaseñor-Anguiano, S. y R. García de Quevedo. 1990. *La Universidad de Guadalajara y la pesca en Jalisco*. Informe Interno, UdeG, Guadalajara. 74p.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biol.,* 10(2):181-213.

Weinborn, J.A. 1977. Estudios preliminares de la biología, ecología y semicultivo de los Palinúridos de Zihuatanejo Gro, México: *Panulirus gracilis* Streets y *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895). *An. Inst Cienc. Mar Limnol. unam*, 4(1):27-78.

Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª ed. Prentice Hall. eu. 662p.

Tabla 1
Parámetros estadísticos descriptivos de la longitud del cefalotórax (mm) de *P. inflatus*. N = 1410

	Machos				*Hembras*				*Total*			
Mes	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*
Jun-99	6	112.0	132.7	196.0	3	120.0	129.0	137.0	9	112.0	131.4	196.0
Jul-99	52	98.0	127.4	191.0	50	90.0	118.4	147.0	102	90.0	123.0	191.0
Sep-99	56	95.0	130.5	202.0	38	80.0	118.1	192.0	94	80.0	125.5	202.0
Oct-99	114	65.0	117.1	182.0	226	75.0	118.8	178.0	340	65.0	118.3	182.0
Nov-99	13	103.0	141.7	200.0	6	108.0	126.8	170.0	19	103.0	137.0	200.0
Dic-99	68	100.0	130.7	186.0	48	79.0	114.1	150.0	116	79.0	123.9	186.0
Ene-00	72	87.0	148.1	200.0	35	80.0	123.3	165.0	107	80.0	140.0	200.0
Feb-00	35	85.0	110.7	170.0	17	85.0	107.9	130.0	52	85.0	109.8	170.0
Mar-00	5	115.0	124.2	144.0	4	103.0	118.5	147.0	9	103.0	121.7	147.0
Abr-00	29	89.0	125.7	179.0	24	95.0	115.2	151.0	53	89.0	120.9	179.0
May-00	90	87.0	127.1	182.0	96	84.0	118.0	175.0	186	84.0	122.4	182.0
Jun-00	30	90.0	138.5	190.0	12	89.0	112.0	140.0	42	90.0	131.0	190.0
Jul-00	9	95.0	120.7	166.0	4	97.0	114.5	120.0	13	95.0	118.8	166.0
Ago-00	4	114.0	120.0	129.0	4	93.0	110.0	112.0	8	108.0	115.0	129.0
Sep-00	34	90.0	122.8	180.0	27	80.0	109.6	140.0	61	80.0	117.0	180.0
Oct-00	47	98.0	131.1	180.0	52	85.0	118.2	151.0	99	85.0	124.3	180.0
Nov-00	56	100.0	130.4	203.0	44	95.0	117.4	165.0	100	95.0	124.7	203.0
Total	720	65.0	128.4	203.0	690	75.0	117.6	192.0	1410	65.0	123.1	203.0

Tabla 2
Valores de la distribución mensual de peso total (g) de *P. inflatus*. N = 1 410

	Machos				*Hembras*				*Total*			
Mes	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*	*n*	*Mínimo*	*Promedio*	*Máximo*
Jun-99	6	250	603	1 800	3	369	469	581	9	250	558	1 800
Jul-99	52	184	418	1 254	50	148	342	810	102	148	380	1 254
Sep-99	56	189	566	1 700	38	193	358	649	94	189	482	1 700
Oct-99	114	163	538	1 480	226	186	574	1 459	340	163	562	1 480
Nov-99	13	282	680	1 618	6	308	559	1 190	19	282	642	1 618
Dic-99	68	249	599	1 476	48	252	392	868	116	249	513	1 476
Ene-00	72	165	847	1 827	35	186	461	1 052	107	165	721	1 827
Feb-00	35	167	322	846	17	199	321	752	52	167	322	846
Mar-00	5	242	401	639	4	225	397	770	9	225	399	770
Abr-00	29	191	491	1 755	24	216	352	704	53	191	428	1 755
May-00	90	199	516	1 574	96	187	440	1 503	186	187	476	1 574
Jun-00	30	194	752	1 749	12	269	455	925	42	194	667	1 749
Jul-00	9	235	463	1 035	4	372	453	560	13	235	460	1 035
Ago-00	4	339	430	563	4	277	316	356	8	277	373	563
Sep-00	34	276	745	1 834	27	262	515	813	61	262	643	1 834
Oct-00	47	241	580	1 748	52	178	424	1 084	99	178	498	1 748
Nov-00	56	205	601	1 927	44	197	453	1 145	100	197	536	1 927
Total	720	163	580	1 927	690	148	467	1 503	1 410	148	525	1 927

Tabla 3
Parámetros de las regresiones entre la longitud total (L_{tot}), el largo del cefalotórax (Lc) y el peso (P) de la langosta

Relación	*Grupo*	*N*	*Ecuación*	r^2	*F'*
Lc-L_{tot}	Todos	1368	$y = 73.22 + 1.667\ x$	0.712	3 442.4
	Machos	690	$y = 66.61 + 1.698\ x$	0.764	2 228.4
	Hembras	678	$y = 61.88 + 1.702\ x$	0.618	1 095.7
Lc-P	Todos	1410	$y = 16.59\ x^{2.253}$	0.578	1 927.8
	Machos	720	$y = 15.02\ x^{2.290}$	0.677	1 506.6
	Hembras	690	$y = 19.39\ x^{2.191}$	0.415	479.0

Tabla 4
Cálculo del índice potencial de reproducción (IPR) para hembras de la langosta

Clase de talla (mm)	*H (núm.)*	*Ho (núm.)*	*A (H/HTot)*	*B (Ho/H)*	*C (Hu prom x 1000)*	*IPR*	*Hu (núm. x 1000)*	*E (%)*	*J (E/A)*
70-79	0	0	.000		36.932		0	0.00	0.00
80-89	11	5	0.014	0.455	42.902		214	0.69	0.49
90-99	24	11	0.031	0.458	49.011	6.4	539	1.74	0.56
100-109	86	42	0.111	0.488	55.249	27.7	2 320	7.50	0.68
110-119	173	93	0.223	0.538	61.605	68.4	5 729	18.52	0.83
120-129	219	123	0.282	0.562	68.071	100.0	8 373	27.06	0.96
130-139	140	93	0.180	0.664	74.639	82.9	6 942	22.44	1.25
140-149	71	47	0.091	0.662	81.305	45.6	3,821	12.35	1.35
150-159	33	20	0.042	0.606	88.062	21.0	1,761	5.69	1.34
160-169	7	4	0.009	0.571	94.905	4.5	380	1.23	1.36
170-179	7	4	0.009	0.571	101.830	4.9	407	1.32	1.46
180-189	5	3	0.006	0.600	108.834	3.9	327	1.06	1.64
190-199	0	0	0.000		115.913	0.0	0	0.00	0.00
200-209	1	1	0.001	0.000	123.063	1.5	123	0.40	3.09
210-219	0	0	0.000		130.283	0.0	0	0.00	0.00
Total	777	446	1.000			0.108	30,937	100.0	

H: hembras; Ho: hembras ovígeras; Hu: huevecillos

Donde: A = proporción de hembras en cada clase de talla en relación al total de hembras en la muestra; B = proporción de hembras ovígeras en una clase; C = número promedio de huevos de la masa ovada de una clase de tallas; IPR = índice del potencial reproductivo; E = porcentaje de huevecillos que aporta cada clase; J = E/A, índice de productividad por tamaño de clase.

Tabla 5
Comparativo de valores morfométricos de la langosta *P. inflatus* en diferentes estados costeros del Pacífico

Lugar	*Lc prom (cm)*	*P prom (g)*	*Autor*
Zihuatanejo, Guerrero	5.5	200	Weinburn (1977)
Sinaloa	7.2-8.1	450	Pérez-González *et al*. (1992)
Jalisco	12	450	Este estudio

Pesquerías

Equinodermos

Aspectos biológico-pesqueros de la población del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, México

Arturo Nuño Hermosillo[*]
Eduardo Ríos Jara[*]
Elaine Espino Barr[**]
José Luis Gómez Márquez[***]

Resumen

Se caracterizó el hábitat y se describió el tamaño de organismos de *Isostichopus fuscus* recolectados en 16 localidades de la bahía Chamela (Jalisco) durante 19 muestreos (1999-2001), con la finalidad de conocer los parámetros de la población y las características de la pesquería que se desarrolló en la década de los años noventa. La densidad registrada en septiembre de 2000 fue menor (62.1±17.5 ind·ha^{-1}) que la de marzo de 2001 (103.9±12.51 ind·ha^{-1}). La talla media fue de 23.9±4.19 cm (intervalo: 8-36 cm) y el peso promedio de 334 g (intervalo: 17-570 g). La relación entre el peso (P) y la longitud total (L_{tot}) fue: $P = 6.674L_{tot}^{1.216}$; el crecimiento fue de tipo alométrico negativo. La longitud y el peso promedio disminuyeron significativamente de junio a octubre. Los organismos más pequeños fueron más abundantes entre julio y octubre. La pesca se realizaba según la demanda. La extracción era manual por buceo semi-autónomo en jornadas de ocho a 10 hrs. Los organismos se evisceraban, hervían y deshidrataban a la intemperie. La pesca de pepino fue más intensa entre 1994 y 1998; en ese lapso, aunque en el resto del país estaba en veda, en Jalisco se otorgaron algunos permisos, pero el manejo de la pesquería fue ineficiente y el recurso se agotó, por lo que se cerró en 1998.

Palabras clave: *Isostichopus fuscus*, pesquería, densidad, relación talla-peso, Jalisco, México.

* Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: arturonu@cucba.udg.mx, edurios@maiz.cucba.udg.mx
** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200. Correo electrónico: elespino@gmail.com
*** Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores, Unidad Zaragoza, UNAM. Correo electrónico: lgomez@servidor.unam.mx

Introducción

Los pepinos de mar de la especie *Isostichopus fuscus* son equinodermos de la clase Holothuroidea. Su cuerpo es suave, alargado con la boca en posición anterior ventral (Fig. 1). Son suspensívoros y sedimentívoros (Brusca y Brusca, 1990). Poseen áreas ambulacrales así como interambulacrales dispuestas como meridianos alrededor de un eje polar alargado (Rupert y Barnes, 1996). Son bentónicos y habitan desde la zona submareal hasta los 40 metros de profundidad. La distribución de esta especie en el Pacífico oriental abarca desde el Golfo de California hasta el Ecuador (Maluf, 1988) y corresponde a la provincia Tropical definida por Cox y Moore (1993). Los datos sobre la densidad y las capturas obtenidas en las fronteras Norte (28°) y Sur (0°) de su distribución, muestran que es abundante en esas dos regiones. Por otro lado, en México también es numeroso en la costa de Oaxaca (Sierra-Rodríguez, 1994).

Figura 1
Pepino de mar *Isostichopus fuscus*



Foto de V. Teófilo Muñoz-Fernández.

La región del Indo-Pacífico es la más importante en la producción de pepino de mar (Van-Eys, 1986; Conand, 1989; Conand y Byrne, 1993; Aguilar *et al*., 1993; Camhi, 1995; Powell y Gibbs, 1995) y los principales centros de acopio y consumo también están en Asia. En México no hay mercado para este recurso, pero en 1993 el producto cocido tenía un costo de 6.00 dólares por kilogramo y en estado seco de 25 dólares, por la enorme demanda del mercado coreano y japonés (Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996). Por otro lado, es un recurso muy rentable porque la captura y el procesamiento son muy sencillos y económicos.

La mayoría de las especies de pepinos de mar de importancia comercial en el mundo estaba sobreexplotada en la década de los años ochenta (Conand, 1996), por lo que la pesquería se extendió a Ecuador y México, en donde se otorgaron permisos de extracción de *Isostichopus fuscus*; sin embargo, por la intensidad de la explotación, en México se decretó una veda permanente entre 1994 y 2000; a partir de este último año se concedieron permisos de pesca de fomento en algunas localidades (DOF, 2004).

La pesquería de *I. fuscus* ha sido abordada en diferentes tipos de estudios, desde biológicos hasta pesqueros (Gil-López y Medrano-González, 1992; Salgado-Castro, 1994; Sierra-Rodríguez, 1994; Gutiérrez-García, 1995; Fajardo-León *et al*., 1995; Martínez *et al*., 1996; Mora-Álvarez, 1996; Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996, Singh-Cabanillas y Vélez-Barajas, 1996; Salgado-Castro, 1997; Reyes-Bonilla, 1997; Herrero-Pérezrul *et al*., 1998; Herrero-Pérezrul *et al*., 1999; Jenkins y Mulliken; 1999); sin embargo, la mayoría se ha realizado en Baja California. En Jalisco la pesca de pepino fue una oportunidad valiosa para los pescadores que obtuvieron ganancias agregadas por la captura de un recurso que no había sido aprovechado, pero los estudios y evaluaciones sobre el recurso fueron escasos.

La explotación está reglamentada por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL); en la versión de 1994 fue incluida en la categoría de especie en peligro de extinción "P" (DOF, 1994), pero en la modificación a la NOM decretada en el año 2001 se cambió a la de especie sujeta a protección especial "Pr" (DOF, 2002).

La NOM 059 (DOF, 1994) estableció la veda permanente de pepino de mar *I. fuscus* en 1994; sin embargo, en Jalisco las autoridades de las oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad otorgaron permisos de captura entre 1989 y 1998, cuando ya no fueron renovados por el agotamiento del recurso.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar algunos aspectos poblacionales de *I. fuscus* en bahía Chamela, Jalisco y conocer el tipo de hábitat así como conocer la distribución espacial y temporal del recurso en la zona. También se describen las características generales de la pesquería, los volúmenes y el valor de las capturas, las técnicas de extracción y el régimen de administración durante el periodo de aprovechamiento (1989 a 1998) y las posibles causas que llevaron a cerrar la pesquería.

Métodos y materiales

El área de estudio se localiza en la bahía de Chamela, Jalisco, desde Punta Soledad (19º37' N, 105º11' O) hasta el islote Espíritu Santo (19º28' N, 105º04' O) (Fig. 2). Los recorridos se realizaron en una panga de 23 pies con motor Yamaha® fuera de borda de 65 HP, provista de equipo de buceo semi-autónomo (tipo Hooka).

Figura 2
Área de estudio: bahía de Chamela, Jalisco



Fuente: Tomado de INEGI, 2000.

Características ambientales.

El clima en la zona costera de Jalisco es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual mayor de 22 °C. La región presenta marcada estacionalidad.

Las temperaturas máximas se presentan en los meses de mayo, junio, julio y agosto (29-30 °C) y las mínimas en enero y febrero. En cuanto a la precipitación pluvial (pp), el periodo húmedo dura aproximadamente cinco meses (junio a octubre con pp total promedio = 851.6 mm) y la época seca, siete meses (Cuanalo de la Cerda *et al.*, 1989); por tal razón, en este trabajo se reconocen dos temporadas climáticas durante el ciclo anual: la cálido-lluviosa (TCL) de junio a octubre y la templado-seca (TTS) de noviembre a mayo.

El sustrato y el tipo de hábitat se caracterizaron de la siguiente manera: *1)* Morro: montes o monolitos redondeados, de varios metros de diámetro, que pueden o no emerger a la superficie del mar; *2)* piedras encampanadas: rocas grandes, similares a los morros, con cuevas, grietas y orificios; *3)* pretiles: incluyen rocas sueltas, enterradas o emergidas del fondo, de un metro o más de diámetro y *4)* cascajera: sustrato formado por rocas sueltas menores de un metro de diámetro.

Aspectos poblacionales

Abundancia y distribución. La recolecta se realizó durante los meses representativos de las temporadas climáticas: septiembre de 2000 (TCL) y marzo de 2001 (TTS); el muestreo se hizo en 26 transectos en franja ubicados en 16 localidades, de las cuales 14 se visitaron durante la TCL y 12 en la TTS. Se registraron el tipo de sustrato y la profundidad máxima por sitio. Como unidad de muestreo se utilizó la superficie del transecto recorrido durante una inmersión; las áreas analizadas variaron entre 345 y 1 956 m^2 (promedio = 1 143.8 m^2) y el tiempo de buceo entre 40 y 120 minutos, respectivamente. La densidad se estimó con el método de Conand (1993) y se expresó como número de individuos por hora de buceo y como número de individuos por hectárea. También se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) utilizando como indicador el número de individuos colectados por hora de buceo (Conand, 1982). La densidad de los pepinos entre las temporadas climáticas se comparó con un Análisis de Varianza (ANDEVA) de una vía, con un valor de significancia de 0.05.

La ubicación de cada transecto se estableció con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) Garmin 12 XL; esta información se usó para estimar su área; asimismo, se registraron el tipo de sustrato y la profundidad máxima de cada sitio.

Estructura de tallas y pesos. La estructura de tallas de la población se obtuvo midiendo un total de 1 118 individuos colectados por buceo en 19 muestreos mensuales realizados entre junio y diciembre de 1999 (excepto agosto y noviembre), 2000 y entre febrero y abril de 2001. Los pepinos se colocaron, protegidos de la luz solar, en recipientes con agua de mar que se cambiaba cada hora. Los organismos se trasladaron al laboratorio de Punta Pérula, donde se midieron la longitud total con una cinta métrica flexible, y el peso drenado (se escurrió durante un minuto el agua de la cavidad corporal) con una balanza electrónica portátil Ohaus Scout con capacidad de 2 000 gramos.

Relación longitud-peso y tipo de crecimiento

La relación longitud-peso (L-P) se analizó con el modelo:

Ec. 1 $$P = aL_{tot}^{\ b}$$

Donde: P = peso drenado del organismo (g); L_{tot} = longitud total del organismo (cm); a = ordenada al origen de la curva o factor de condición (Safran, 1992); b = pendiente de la curva o coeficiente de alometría, que indica el tipo de crecimiento del organismo. Se aplicó una prueba de *t-Student* al valor de la pendiente b, para determinar si era estadísticamente igual a tres, lo cual indicaría que el tipo de crecimiento era isométrico (Ehrhardt, 1981; Mendenhall, 1987). El valor de significancia usado en esa prueba fue de 0.05.

Aspectos pesqueros

Técnicas de extracción y procesamiento. Las técnicas de extracción y procesamiento de *I. fuscus* que utilizan los pescadores se conocieron por medio de entrevistas y de las observaciones realizadas durante los muestreos que se llevaron a cabo con el apoyo y *la* asesoría de personas que se habían dedicado a esta pesquería.

Volúmenes de captura y administración del recurso. La estimación del volumen de las capturas y la descripción de la administración del recurso entre 1994 y 1996 se basaron en la información proporcionada por los pescadores y compradores de pepino de mar, así como en 13 reportes oficiales de captura de las oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad de la Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, en Guadalajara. La captura por unidad de esfuerzo (*CPUE*) del periodo 1991-1999 se calculó sobre la base de las entrevistas a pescadores.

Resultados

Aspectos poblacionales

Densidad y distribución. En la temporada cálida lluviosa (TCL) la densidad promedio fue de 62.1±17.5

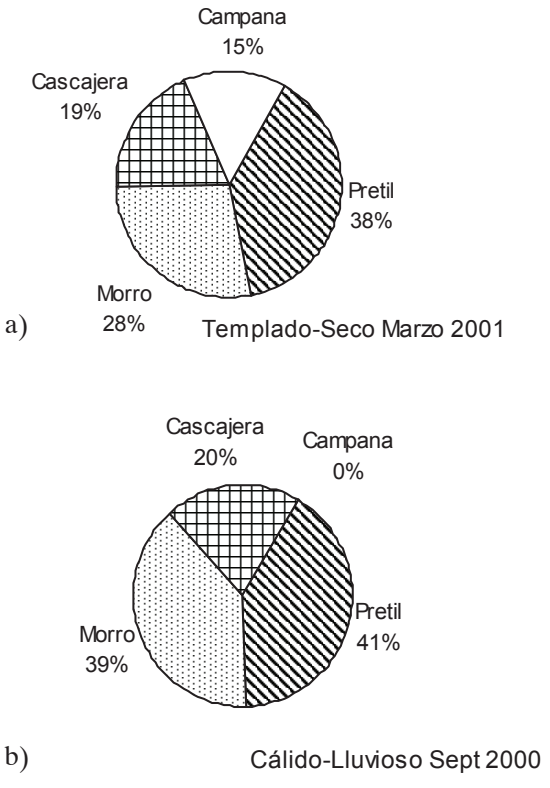
ind·ha^{-1} (Tabla 1), equivalente a 14.5±3.3 ind·h^{-1}. La superficie promedio de cada transecto fue de 0.094 ha y la profundidad máxima de las áreas de muestreo se encontró entre los ocho y 23 m. La velocidad de desplazamiento del buzo promedió 1.116 km·h^{-1}.

En la temporada templado seca (TTS) la densidad promedio registrada fue de 103.9±12.51 ind·ha^{-1} (Tabla 1), que equivalen a 73 ind·h^{-1}. La superficie promedio por transecto fue de 0.135 ha; la profundidad se mantuvo constante entre temporadas, sin considerar las mareas. La velocidad del buceador promedió 1.2 km·h^{-1}.

La densidad promedio en ambas temporadas fue de 81.6± 11.6 ind·ha^{-1} ó 42± 8.7 ind·h^{-1} en una superficie total muestreada de 2.93 ha. La velocidad promedio del buzo fue de 1.09 km·h^{-1}. La densidad de ambas temporadas fue significativamente diferente ($F'_{1, 18}$ =8.6; p<0.05).

En el área de estudio, *I. fuscus* habita sobre rocas de diferente forma y tamaño: en la TCL se observó en pretiles (41%), morros (39%) y cascajeras (20%); mientras que en la TTS se encontró en pretiles (38%), morros (28%), cascajeras (19%) y piedras encampanadas (15%) (Fig. 3).

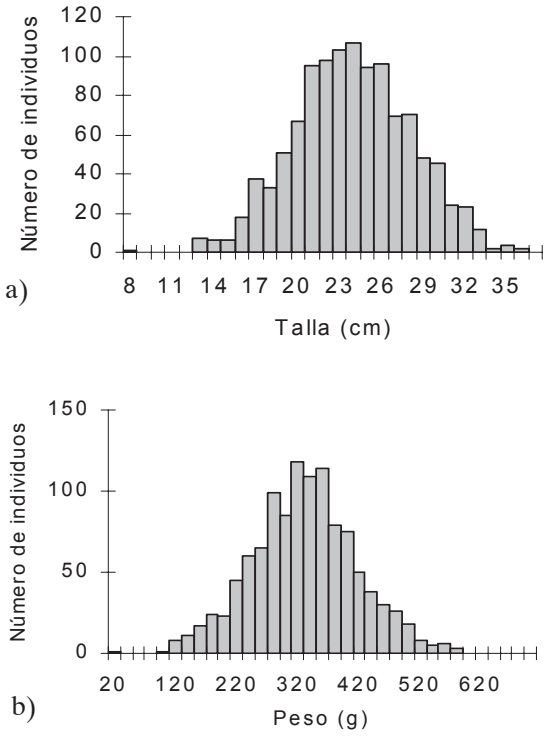
Figura 3
Preferencia de sustrato de *I. fuscus* en el área de estudio



Estructura de tallas y pesos. La longitud promedio de los organismos fue de 23.9±4.19 cm. En mayo de 2000 se registró la mayor longitud promedio (26.9± 3.65 cm) y en julio de 1999 la menor (20.6 ± 4.06 cm). En la *TCL* la longitud total promedio fue de 22.0±3.69 cm, y en la *TTS* de 25.7±3.88 cm. Estas medidas fueron significativamente diferentes ($F'_{1, 78}$ =27.95; p<0.05).

El peso promedio de los individuos durante todo el estudio fue de 334 g; el valor promedio máximo fue de 379.2 g (abril de 2000) y el mínimo de 263.4 g (octubre de 1999). El mayor peso observado fue de 578 g y se registró en mayo de 2000, mientras el menor fue de 17 g, en agosto de 2000 (Fig. 4). La longitud y el peso promedio mensual durante el ciclo anual analizado (marzo 2000–febrero 2001) presentaron marcada estacionalidad: ambas medidas disminuyeron de junio a octubre, cuando la temperatura y la precipitación aumentaron (Fig. 5).

Figura 4
Histogramas de frecuencia (N = 1 118), a) de longitud y b) de peso de *I. fuscus* (junio de 1999 a abril de 2001)



Entre julio y septiembre de 1999 se observó un elevado número de juveniles, cuya longitud fue de 13 cm, aunque en marzo y abril también se registraron algunos individuos de esa talla; en el año 2000 la mayoría de los pepinos de ese tamaño se detectó en julio, agosto y octubre.

Figura 5
Variación de los valores promedio de longitud (a) y peso (b) comparados con la temperatura promedio mensual, durante un ciclo anual

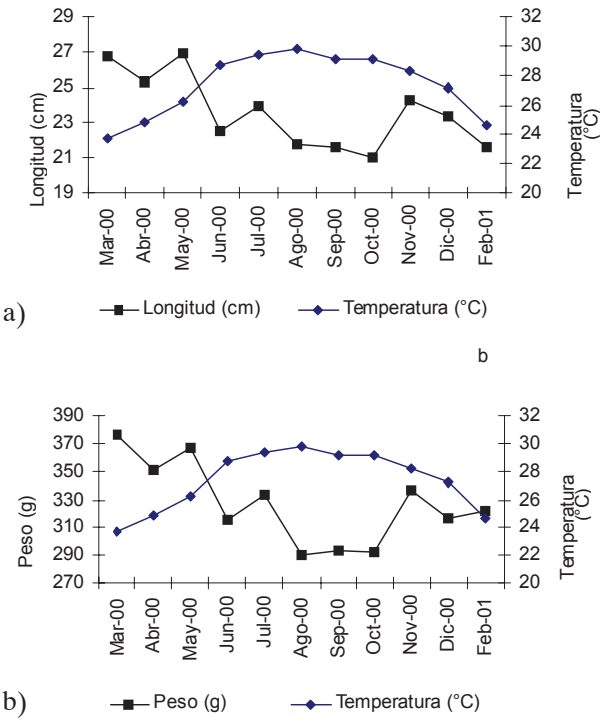
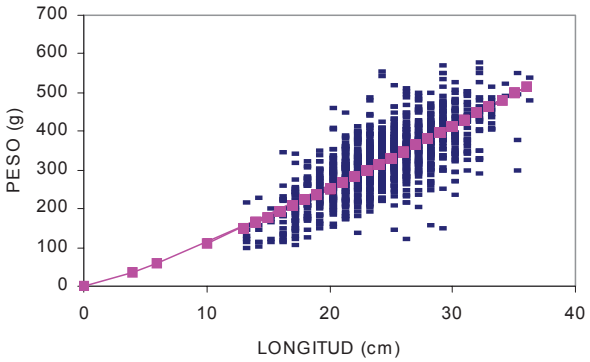


Figura 6
Relación peso-longitud de *I. fuscus* en bahía de Chamela (junio de 1999 a abril de 2001)



Relación longitud-peso y tipo de crecimiento. Los valores más pequeños del factor de condición se presentaron de septiembre de 1999 a abril de 2000 y posiblemente muestren el periodo post-reproductivo, ya que en ese lapso disminuyó el peso corporal de los individuos. El exponente de la relación peso-longitud total (b = 1.216) mostró que el tipo de crecimiento fue alométrico negativo, ya que fue significativamente diferente de *tres* (t = 13.69; $p < 0.05$, gl = 1 116); una consecuencia de esta forma de crecimiento es la dispersión de los valores de peso de los organismos de 20 a 30 cm de talla (Fig. 6).

Aspectos pesqueros

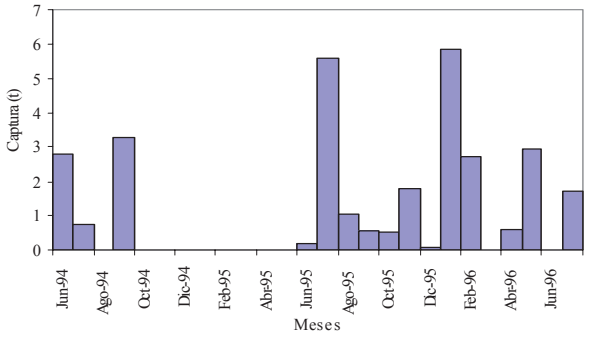
Técnica de extracción y procesamiento. La captura se hacía por solicitud del comprador, aunque en algunos casos los pescadores almacenaban el producto en espera de algún interesado. Las jornadas de pesca iniciaban entre las 7:00 y 8:00 hr y terminaban entre las 14:00 y las 16:00 hr, en las cuales participaban uno o dos buzos por embarcación. La captura se realizaba manualmente, por buceo. Al terminar cada jornada, el producto se procesaba en campamentos improvisados en la playa. Los instrumentos que se utilizaban eran de bajo costo (recipientes de 200 litros, combustible y agua de mar).

El procesamiento del animal consistía en eliminar las vísceras con una varilla de hierro, desde el ano hasta la boca; hervirlo en agua de mar dos veces durante aproximadamente 30 minutos en cada ocasión, y deshidratarlo exponiéndolo al sol durante varios días (se cubrían por la noche para evitar que se humedecieran). En esta pesquería, el pescador entregaba el pepino a un comprador, que a su vez lo vendía a otro intermediario que lo exportaba a California de donde se enviaba a Asia.

Volúmenes de captura y administración del recurso. Los permisos de pepino de mar en la década de los años noventa se otorgaron en Jalisco después de que el personal del CRIP-Manzanillo realizara un estudio. Se pedía que el usuario o permisionario se comprometiera a entregar los formatos de "aviso de arribo" correctamente llenados. Sin embargo, la periodicidad de los reportes fue irregular (Fig. 7) y no se establecía la localidad o de cuántas localidades provenía esa captura, ni el número de pescadores. Los reportes oficiales mostraron que la captura total registrada se duplicó entre 1994 (6.816 t) y 1996 (13.896 t) aunque con variaciones mensuales muy grandes, como se aprecia en la *figura 7*; también es evidente que la producción fue más elevada en verano, invierno y primavera.

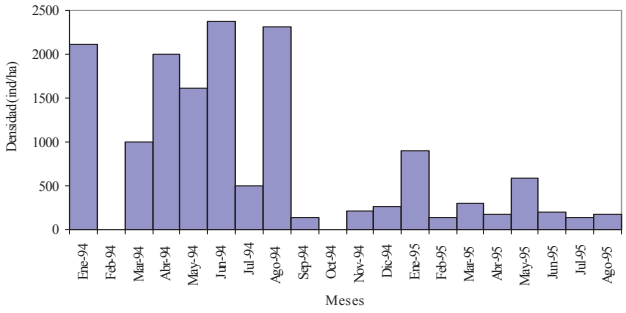
Por otra parte, los pescadores entrevistados mencionaron que entre 1990 y 1998 la CPUE disminuyó en casi un orden de magnitud (Tabla 2) y que el esfuerzo se incrementó sustancialmente. Ellos relataron que la captura por embarcación en una jornada laboral de seis a ocho horas diarias, disminuyó de entre 800 y 1 200 pepinos (equivalentes a 150 y 200 ind·h^{-1}) hasta una cantidad variable entre 80 y 120 pepinos (15 y 20 ind·h^{-1}).

Figura 7
Captura comercial de *I. fuscus* de las istintas localidades costeras de Jalisco, reportada por permisionarios



Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco, SEMARNAP.

Figura 8
Densidad por hectárea de *I. fuscus* en varias localidades de Jalisco



Discusión

Los pescadores relataron que en 1994, cuando inició la veda en el resto del país, los pepinos se hallaban en abundancia, hecho que cambió, dicen, como resultado de los permisos de captura otorgados entre 1989 y 1998. Los pescadores consideraron que en 1999 y 2000 la abundancia representaba entre 10 y 20% de la existente al principio de la década de los años noventa. Desde 1998, tras una década de extracción, abandonaron la pesca de *I. fuscus* por las bajas utilidades que proporcionaba.

La falta de interés en la explotación de un recurso es un indicador cualitativo de su escasez, en especial en este caso, pues su captura es sencilla y económica. Sin embargo, hay una carencia muy grande de información cuantitativa, ya que en la costa de Jalisco las estimaciones sobre la abundancia del pepino de mar han sido esporádicas y se han realizado en lugares muy específicos.

En muestreos desarrollados en varias localidades ubicadas entre Melaque y Punta Pérula, la densidad se calculó en 50 y 62 ind·ha^{-1} (CRIP-Manzanillo, 1991). En 1994 y 1995 el personal del CRIP volvió a realizar evaluaciones en esta última localidad (Espino-Barr,[1] com. pers.) y encontró que la densidad promedio en el primero de esos dos años (1 250 ind·ha^{-1}) fue elevada y casi cuatro veces mayor que la de 1995 (318 ind·ha^{-1}) (Fig. 8). En otra prospección realizada en Yelapa, en mayo de 1994, la densidad fue de 2 202 y 15 000 ind·ha^{-1} (Tabla 3).

En este trabajo el número de organismos estimado durante la temporada cálido-húmeda fue similar al de 1991 (62.1± 17.5 ind·ha^{-1}), pero el de la templado-seca fue varias veces inferior a la estimada en otros años y localidades (104 ind·ha^{-1}).

El contraste entre los registros de captura y las estimaciones de densidad sugiere que algunos muestreos se realizaron en las áreas de agregación de los individuos, aunque también es probable que se deba a las diferencias en la habilidad de los pescadores para localizar el pepino (Herrero-Pérezrul,[2] com. pers.). Garcia-Boa (com. pers.[3]) sugiere que los pescadores ocultan sus zonas de pesca, lo que sesga los resultados de las evaluaciones de densidad cuando ellos apoyan en los muestreos.

Lawrence (1979) postula que hay una relación inversa entre la talla y la densidad intraespecífica de los pepinos de mar. Los aspidoquirótidos, incluyendo a *I. fuscus*, son considerados de talla grande, por lo que se presentan en densidades intermedias o bajas en comparación con pepinos de mar más pequeños. Empero, en Chamela la abundancia de este pepino es menor a la reportada en otras regiones, como la Isla Fernandina (archipiélago de las Galápagos, Ecuador) donde la talla promedio es de 20.7 cm y la densidad media de 6.24 ind·m^{-2} (Aguilar *et al.*, 1993), cifra 760 veces mayor que la de Chamela. Estos datos sugieren que en la costa de Jalisco la abundancia es menor que en otras zonas.

De manera similar, la captura comercial de *I. fuscus* en Salina Cruz, Oaxaca (Sierra-Rodríguez, 1994), así como estimaciones realizadas en Islas Blancas, Guerrero (Gil-López y Medrano-González, 1992),

1. Dra. Elaine Espino-Barr. Investigadora del CRIP-Manzanillo, INP-SAGARPA.

2. Dra. Dinorah Herrero-Pérezrul. Investigadora del CICIMAR-IPN. La Paz, BCS.

3. Ing. Pesq. Arturo Garcia-Boa. Investigador del CRIP--Manzanillo, INP-SAGARPA.

muestran que la densidad del recurso en esas localidades era considerablemente mayor que la encontrada en Jalisco (Tabla 3), lo cual puede deberse a que el Golfo de Tehuantepec es una zona rica en nutrientes, resultado de la intensa mezcla de sus aguas, consecuencia del régimen de vientos prevaleciente en esa región (Robles-Jarero y Lara-Lara, 1993). En contraste, la plataforma continental de Jalisco es estrecha y las surgencias se presentan durante cortos periodos de tiempo (véase el trabajo de Bulgakov y Martínez-Zatarain en este mismo libro).

En bahía de Chamela, donde el sustrato está compuesto principalmente por arena y formaciones rocosas, se observó que esta especie habita sólo sobre rocas, por lo que el hábitat se caracterizó según la morfología de estas estructuras. *I. fuscus* habita preferentemente sobre rocas con diámetro mayor a un metro, y es probable que esto se deba a su forma irregular y la protección que brindan, así como a la posibilidad que presentan para contener alimento en las oquedades. Maluf (1988) y Mora-Álvarez (1996) mencionan que el hábitat de *I. fuscus* en el Pacífico centro oriental está formado por coral, lodo, arena y rocas, aunque Mora-Álvarez (1996) también señala que en las costas de Zihuatanejo, Guerrero, *I. fuscus* prefiere sustratos rocosos de diámetros aproximados a un metro.

La talla promedio estimada para *Isostichopus fuscus* (23.9 cm) en este trabajo es similar a la registrada en otras localidades de México y Ecuador (Tabla 4), aunque difiere de los cálculos de Fajardo-León *et al*. (1995). Es posible que la técnica de medición utilizada por los distintos autores haya influido en esas estimaciones, ya que Reyes-Bonilla (1997) utilizó la longitud curva *in situ,* mientras que Fajardo-León *et al*. (1995) determinaron la longitud recta.

En la región de Chamela la mayor talla promedio mensual (26.9 cm) se observó en mayo de 2000, mes en que la temperatura superficial del mar alcanzó un valor cercano a los 26 °C (Anónimo, 2003b[4]), valor intermedio comparado con los valores extremos que se han registrado en esta zona (22-31 °C). En julio y agosto, cuando la TSM alcanza su valor máximo (30-31 °C), se observó la menor talla promedio mensual (20.6 cm), mientras que el mayor peso se observó en mayo de 2000.

Por otro lado, la tendencia oscilante del peso y la talla, que se observa a lo largo del año, parece indicar la existencia de dos épocas de desove (Nuño-Hermosillo, 2003) y dos periodos de reclutamiento. La disminución de la talla promedio registrada entre mayo y julio se asocia al reclutamiento que se presenta al año de edad (Nuño-Hermosillo, 2003). En este caso en particular, el término "reclutamiento" se refiere al momento en que los juveniles abandonan el hábito críptico tras el primer año de vida, por lo que se pueden observar a simple vista, ya que en general se considera que el reclutamiento de las especies cuyo ciclo de vida es larvario-béntico, sucede cuando los juveniles se fijan al sustrato tras la etapa larval, cuando los individuos alcanzan un milímetro de longitud, entre las tres y cuatro semanas de edad (Hamel *et al*., 2003). En algunas especies de holoturoideos la variación estacional de la talla se relaciona con migración estacional batimétrica de acuerdo con el tamaño de los individuos (Conand, 1993). Algunos buzos comerciales de la región de Chamela comentan que los organismos de mayor talla de *I. fuscus* migran a aguas más profundas en el verano y sólo los pequeños permanecen a profundidades de captura. Además, la variación estacional puede estar relacionada con el periodo reproductivo, ya que durante los meses más cálidos se registraron individuos de *I. fuscus* de menor peso; lo que también fue observado por Morgan (2000), quién reportó que el ciclo gametogénico de *Holothuria scabra* coincide con la pérdida de peso de la pared corporal.

Los resultados del presente estudio indican un crecimiento alométrico negativo (b = 1.216), como el registrado en las poblaciones del Golfo de California (b = 1.83) (Herrero-Perezrul *et al.*, 1999), aunque el exponente *b* fue más pequeño. Esta diferencia posiblemente se deba a que el intervalo de tallas registrado en el Golfo de California fue mayor (cinco a 40 cm) que el de Bahía Chamela (13 a 36 cm). Es importante considerar que estos organismos son muy flexibles y que expulsan el agua y las vísceras cuando están fuera del mar, por lo que la medición de su longitud y su peso depende de la técnica empleada, que a su vez afecta el cálculo del coeficiente de alometría. Conand (1993) atribuye el valor de b = 2.49 de *Stichopus variegatus* a la forma cilíndrica, lo cual deberá también tomarse en cuenta, ya que la morfología de *I. fuscus* es similar.

Administración del recurso. La captura de pepino se realiza por buceo semi-autónomo, método que también se utiliza para la pesca de pulpo, langosta y moluscos. Los pepinos de mar carecen de depredadores en su fase adulta, por lo que no presentan hábitos ni habilidades de huida, y su captura es sumamente sencilla. El amplio margen de ganancia y la facilidad de su captura propiciaron la sobreexplotación y la rápida reducción de las poblaciones en la región de Chamela. En este sentido, la pesca en Baja California

4. Anónimo, 2003b: *http://www.saa.noaa.gov/*

es similar, y al igual que en Jalisco ha sufrido fuertes oscilaciones anuales con tendencia negativa, tras haber tenido un auge transitorio (Sánchez-Juárez,[5] com. pers.). Allí la captura disminuyó de 1 230 t en 1991 a 467 t en 1994, aunque de acuerdo con Gutiérrez-García (1995), la información debe "interpretarse con cautela, ya que los últimos registros podrían referirse a producto seco"; si éste fuera el caso, entonces las 467 t reportadas en 1994, representarían aproximadamente 5 000 t de peso fresco, volumen cuatro veces mayor que el registrado en 1991. Esta cifra equivaldría a una cantidad variable entre 12 y 14 millones de organismos, cuota de captura alguna vez reportada en una sola temporada en Galápagos, Ecuador, en donde la abundancia es considerablemente mayor. Volúmenes de esta magnitud no se han registrado en México, por lo que puede suponerse que el peso reportado era del organismo fresco y es posible corregir los datos de captura mediante la consulta de reportes y bitácoras de exportación de los permisionarios.

Los reportes oficiales en Jalisco muestran un incremento de la captura, que puede deberse al aumento de la demanda y de la población de pescadores dedicados a esta actividad en la costa de Jalisco (6.816 t en 1994, 9.848 t en 1995 y 13.896 t en 1996); además, la pesca del pepino de mar podía alternarse con la pesca tradicional de otros organismos bentónicos. De esta manera, el número de buzos dedicados a esta actividad aumentó gradualmente, cuando debería haberse limitado, tanto por la escasez como por la vulnerabilidad y la situación del recurso en la Norma Oficial Mexicana.

A pesar de que las pesquerías de otras especies de pepino de mar en el mundo son anteriores a 1989, el sector pesquero de Jalisco desconocía el potencial económico del recurso, lo que propició un régimen de explotación precipitado y poco eficiente en términos de manejo, así como beneficios poco equitativos para los pescadores ribereños, debido a la falta de información.

La pesquería de pepino de mar fue ocasional muchas veces, sin épocas definidas, ya que los buzos sólo se dedicaban a su captura exclusiva cuando era rentable, pero también la combinaban con la de otras especies. No existió un número constante de embarcaciones ni de buzos dedicados a esa pesquería. En la playa, el pepino de mar se negociaba por número de organismos, lo que hace menos confiables los reportes oficiales, expresados en peso. Por otro lado, esta información es poco fiable porque la especie ha sido siempre relegada en las estadísticas dentro del grupo de "especies varias", o simplemente considerada como "pepino de mar", junto con otras especies de pepinos. Los datos de captura existentes son inútiles como indicadores de abundancia o de la CPUE, ya que no precisan el número de buzos dedicados a la actividad.

En 2002 la explotación de *I. fuscus* en Baja California se desarrollaba en la modalidad denominada Pesca de Fomento (Sánchez-Juárez,[5] com. pers.). Este esquema de manejo favorece la vigilancia de la extracción al establecerse, con base en estudios poblacionales previos, una cuota de captura para un periodo de tiempo definido, de acuerdo con el ciclo reproductivo de la especie; sin embargo, en Jalisco la información sugiere que no es posible establecer alguna clase de pesquería.

La inclusión de *I. fuscus* en la NOM como especie en peligro de extinción, quizás fue una medida sin sustento biológico (Reyes-Bonilla, 1997), pero benéfica para su recuperación en algunas áreas cuya administración pesquera era deficiente; empero, en la costa de Jalisco fue inútil debido a los permisos otorgados por la Delegación de Pesca y a la falta de control de la pesquería.

Conclusiones

1. La densidad de *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, durante el periodo de estudio fue de 81.6 ind·ha^{-1} y 42 ind·h^{-1} . En la temporada cálida-lluviosa la densidad fue menor (62.1±17.5 ind·ha^{-1}) que en la templado-seca (103.9±12.51 ind·ha^{-1}). En esta región la densidad fue menor que en Baja California y Oaxaca.
2. *I. fuscus* prefiere los sustratos rocosos de tipo pretil o rocas sueltas, semienterradas en el fondo, de un metro o más de diámetro.
3. La talla media fue de 23.9±4.19 cm (intervalo: 8-36 cm) y el peso promedio de 334 g (intervalo: 17-570 g).
4. Las variaciones del peso y la talla a lo largo del año sugieren que hay dos épocas de desove. La disminución de la talla promedio entre mayo y julio se asocia al reclutamiento que se presenta al año de edad.
5. La ecuación de la relación talla-peso fue $P = 6.674\ L_{tot}^{1.216}$, y el crecimiento fue de tipo alométrico negativo. La longitud y el peso promedio disminuyeron significativamente de junio a octubre, cuando la temperatura y la precipitación fueron más elevadas.

5. MC Enrique Sánchez-Juárez. Investigador del CRIP--Ensenada, INP- SAGARPA

6. La pesca se realizaba según la demanda. La extracción era manual, por buceo semi-autónomo en jornadas de ocho a 10 hr. Los organismos se evisceraban, hervían y se deshidrataban manteniéndolos a la intemperie.
7. La pesca fue más intensa entre 1994 y 1998, cuando la pesquería se cerró porque no era rentable. En ese periodo, aunque en el resto del país el pepino estaba en veda, en Jalisco se otorgaron algunos permisos, pero la forma de explotación fue precipitada y poco eficiente en términos de manejo, por lo que los pescadores ribereños obtuvieron pocos beneficios. Actualmente la población de *I. fuscus* no soporta una pesquería en Jalisco.

Referencias bibliográficas

Aguilar, F., X. Chalén, F. Castro, J. Sonnenholzner y M. Herrera. 1993. *Evaluación del recurso pepino de mar, Holothuroidea, al este de la Isla de Fernandina de la Provincia de Galápagos*. Informe interno. INP, Guayaquil, Ecuador. 22p.

Anónimo, 2003a. *Segundo Informe de la pesquería del pepino de mar 2003 Acumulado.* Equipo de Investigación y Monitoreo Biológico-Pesquero. Parque Nacional Galápagos–Estación Científica Charles Darwin. Ecuador. 6p.

Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. *Phylum Echinodermata*. Sinauer Assoc, Massachusetts, USA. pp. 801-839.

Camhi, M. 1995. Industrial fisheries threaten ecological integrity of the Galápagos Islands. *Cons. Biol*., 9(4):715-724.

Conand, C. 1982. *Reproductive cycle and biometric relations in a population of* Actinopyga echinites *(Echinodermata: Holothuroidea) from the lagoon of New Caledonia, western tropical Pacific*. International Echinoderms Conference, Tampa Bay, J.M. Lawrence, Balkema, Rotterdam. pp. 437-442.

Conand, C. 1989. *Les holothuries aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie: biologie, écologie et exploitation*. Etudes et theses, ORSTOM, París. 393p.

Conand, C. 1993. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an Indo-Pacific coral reef sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. Mar. Sci*., 52(3):970-981.

Conand, C. 1996. Over exploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. *IX Intern. Echinod. Confer*. San Francisco, Calif. Acad. Sci., San Francisco. 43p.

Conand, C. y M. Byrne. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Mar. Fish. Rev*., 55(4):1-13.

Cox, C.B. y P.D. Moore. 1993. *Biogeography. An ecological and evolutionary approach.* Blackwell Sci. Pub., Oxford. 326p.

CRIP-Manzanillo. 1991. *Opinión técnica para la explotación de pepino de mar por la SCPP Ribera de Melaque, Jalisco*. Documento interno, INP-SEPESCA, Manzanillo. 10p.

CRIP-Manzanillo, 1994. *Opinión técnica sobre la extracción de pepino de mar en Yelapa, Jalisco.* Documento interno, INP-SEPESCA, Manzanillo. 11p.

Cuanalo de la Cerda, H., E. Ojeda-Trejo, A. Santos-Ocampo, C.A. Ortiz-Solorio. 1989. *Provincias, regiones y subregiones terrestres de México*. Colegio de Posgraduados, México. 23p.

DOF, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, México, mayo 16, 1994.

DOF, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación.* 6 de marzo 2002.

DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Fede*ración 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección, 128 p.

Ehrhardt, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones.* 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales. INP, México. 150p.

Fajardo-León, M. del C., E. Michel-G., J. Singh-C., J.A. Vélez-B. y J.A. Massó-R. 1995. Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Santa Rosalía, BCS, México. *Ciencia Pesquera*, 11:45-53.

Fajardo-León, M. del C. y A. Vélez-Barajas. 1996. Pesquería de pepino de mar. En: M. Casas-Valdéz y G. Ponce (eds.). *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Su*r. VOL. I SEMARNAP, CICIMAR, La Paz, BCS. pp. 151-165.

Gil-López, H.A. y P.M. Medrano-González. 1992. *Prospección de pepino de mar (Holoturoideos) en la costa de Guerrero*. Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. UAN., Bahía de Matanchén, Nayarit. 51p.

Gutiérrez-García, A. 1995. *Feasibility of an on-growing system for culturing the sea cucumber* Isostichopus fuscus *in the Sea of Cortez, México.* Internal Document. Institute of Aquaculture. University of Stirling. Stirling, Scotland. 28p.

Hamel, J. F., R. Ycaza-Hidalgo y A. Mercier. 2003. Larval development and juvenile growth of the Galápagos sea cucumber *Isostichopus fuscus*. *SPC Beche-de-Mer Info. Bull.,* 18:3-8.

Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla y F. García-Domínguez. 1998. Casual hermaphroditism in gonochoric *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) of the southern Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci*., 63(3):611-615.

Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla, F. García-Domínguez y C.E. Cintra-Buenrostro. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Mar. Biol*., 135:521-532.

INEGI, 2000. *Imagen cartográfica digital*. Condensados estatales. Topográficos Serie II, CD.

Jenkins, M. y T. Mulliken. 1999. La evolución de la explotación en las Islas Galápagos: el comercio del pepino de mar de Ecuador. *Traffic Bulletin*, 17(3):28.

Lawrence, M.J. 1979. Numbers and biomass of the common Holoturoids on the windward reef flat at Enewetak Atoll, Marshal Islands. *Proc. Eur. Colloq. Echinod*., Bruselas. pp. 201-204.

Maluf, L.Y. 1988. Composition and distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles. Tech. Rep*. (2): 242 p.

Martínez, P.C., M.V. Toral y R.H. Bustamante. 1996. Population and reproductive biology of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the Galápagos Islands. *IX Intern. Echinod. Confer*. *San Francisco*, Calif. 88 p.

Mendenhall, W. 1987. *Introduction to probability and statistics*. PWS-Kent Publishing, EU. 884p.

Mora-Álvarez, B.X. 1996. *Distribución y abundancia de* Isostichopus fuscus *(Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Zihuatanejo, Guerrero, México.* Tesis Profesional. Facultad de Biología, Univ. Michoacana San Nicolás Hidalgo, Morelia, Mich. 45p.

Morgan, D.A. 2000. Aspects of the reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. Mar. Sci*., 66(1):47-57.

Nuño-Hermosillo, A. 2003. *Ecología poblacional, ciclo reproductivo e historia de la pesquería del pepino de mar* Isostichopus fuscus *(Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Bahía Chamela, Jalisco, México*. Tesis de maestría, cucba, UdeG, Guadalajara, 111p.

Powell, J.R. y J.P. Gibbs. 1995. A report from Galápagos. *Tree*, 10(9):351-354.

Reyes-Bonilla, H. 1997. *Biología poblacional de* Isostichopus fuscus *(Ludwig,1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en el sur del Golfo de California*. Proyecto H2176. Convenio conabio-uabc fb315/h216/96, México. 83 p.

Robles-Jarero, E.G. y J.R. Lara-Lara. 1993. Phytoplankton biomass and primary productivity by size classes in the Gulf of Tehuantepec, México. *J. Plankton. Res*., 15(12):1341-1358.

Rupert, E.E. y R.D. Barnes. 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw Hill Interamericana, México. 1114p.

Safran, P. 1992. Theoretical analysis of the Weight-Lengh relationship in fish juveniles. *Mar. Biol*., 112: 545-551.

Salgado-Castro, L.R. 1994. The fishery of the sea cucumbers *Isostichopus fuscus* and *Parastichopus parvimensis* in Baja California, Mexico. En: B. David, A. Guille y J.P. Feral (eds.). *Echinoderms through time*, A.A. Balkema, Rotterdam. 50p.

Salgado-Castro, L.R. 1997. Review of recent developments in the Baja California, México *Isostichopus fuscus*, *Holothuria impatiens* and *Parastichopus parvimensis* fisheries. *ix Intern. Echinod. Confer. San Francisco,* Calif. 40p.

Sierra-Rodríguez, P. 1994. *Análisis de la primera captura del pepino de mar* Stichopus fuscus *en las escolleras de Salina Cruz, Oaxaca*. Informe interno. crip-Salina Cruz, inp, Oaxaca. 15p.

Singh-Cabanillas, J. y A. Vélez-Barajas. 1996. La pesquería del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa oriental de Baja California Sur y propuestas de regulación. *Ciencia Pesquera*, 12:13-18.

Van-Eys, S. 1986. The international market for sea cucumber. *Infofish. Mark. Dig.,* 5:41-44.

Tabla 1
Individuos observados (n), superficie de muestreo m² (sup), densidad en individuos por hectárea (d) y profundidad (prof.)

Temporada cálida						
Localidad	*Latitud*	*Longitud*	*n*	*sup*	*d*	*prof*
1. Isla Espíritu Santo	19º28'39"	105º04'04"	0	990	0	17
2. Punta Caleta	19º28'47"	105º03'42"	3	864	35	15
3. Punta Morro Frío (sur)	19º29'16"	105º03'58"	2	765	26	14
4. Morro Frío	19º29'45"	105º04'04"	1	984	10	13
5. Frente a Veleros (Tambora)	19º30'24"	105º04'47"	4	684	59	15
6. Isla Rayito	19º31'24"	105º05'24"	3	1 365	22	13
7. Isla Cocinas (Sur)	19º32'50"	105º06'20"	3	1 200	25	8
8. Isla Cocinas (Oeste)	19º32'52"	105º06'44"	0	501	0	8
9. Isla Cocinas (Elefante)	19º32'48"	105º06'48"	6	345	174	10
10. Isla Pajarera	19º33'23"	105º07'32"	20	945	212	23
11. Punta Soledad	19º37'03"	105º11'50"	13	990	131	22
12. El Salto del Chivo	19º36'20"	105º09'50"	6	1 008	59	18
13. Con Claro	19º35'22"	105º09'19"	8	1 119	71	23
14. El Estrecho	19º34'19"	105º08'05"	6	1 344	45	23
Total:			75	13 104		
Promedio			5.4	936	62.1	15.9
Desviación estándar			5.5	291.4	65.3	5.4
Temporada templada						
Localidad	*Latitud*	*Longitud*	*n*	*sup*	*d*	*prof*
1. Isla Espíritu Santo (Centro)	19º29'34"	105º03'55"	8	1 530	52	15
2. Isla Espíritu Santo	19º28'38"	105º04'04"	14	1 392	101	17
3. Punta Caleta	19º29'14"	105º03'57"	13	1 956	66	15
4. Morro Frío	19º29'45"	105º04'03"	7	1 404	50	13
5. Frente a Veleros (Tambora)	19º29'00"	105º04'29"	17	1 188	143	15
6. Veleros	19º30'25"	105º04'50"	19	984	193	18
7. Isla Rayito	19º31'22"	105º05'24"	24	1 764	136	13
8. Isla Cocinas (Sur)	19º32'52"	105º06'21"	13	954	136	8
9. Isla Pajarera	19º33'22"	105º 07'04"	18	1 458	123	23
10. Punta Soledad	19º37'03"	105º11'52"	10	1 068	93	22
11. Con Claro	19º35'11"	105º09'19"	9	1 092	82	23
12. El Estrecho	19º34'24"	105º07'48"	10	1 428	70	23
Total			*162*	*16 218*		
Promedio			13.5	1 351.5	104	17.1
Desviación estándar			5.1	309.9	43.3	4.9

Tabla 2

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE = individuos capturados por hora de buceo) según pescadores

Entrevistado	*Localidad*	*1991-1992*	*1995*	*1998-1999*
Rodolfo Mendoza	Bahía Chamela - Careyes	200	30	10
Crisanto Valdés	Chamela	120		20
Gabriel Valdés	Chamela	200		12.5
Salvador Escareño	Chamela	165	40	
Alberto "Maya"	Chamela	120		15
Daniel Kosonoy	Costa Sur de Jalisco	125		
	Barra de Navidad-Tenacatita			12.5
Félix Valdés	Costa centro y sur de Jalisco	150		20

Tabla 3

Densidad estimada (ind·ha^{-1}) de *Isostichopus fuscus* en Oaxaca, Guerrero y Chamela, Jalisco

Localidad	*Densidad ind·ha^{-1}*	*Fuente*
Puerto Ángel, Oaxaca	200.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Estero de S. Cruz, Oaxaca	17 000.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Sitios varios entre Salina Cruz y Puerto Ángel, Oaxaca	< 5 000.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Islas Blancas, Gro., 17°39' N	2 250.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Punta Godornia, Ixtapa, Gro. 17°37'20" N	4 500.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Puerto Gro., 17°16'30" N	500.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Localidades entre Melaque y Punta Pérula, Jalisco	50.0*	CRIP -Manzanillo (1991)
Localidades entre Melaque y Punta Pérula, Jalisco	62.0*	CRIP -Manzanillo (1991)
Yelapa, Jalisco	2 202.0	CRIP -Manzanillo (1994
Yelapa, Jalisco	15 000.0	CRIP-Manzanillo (1994)
Chamela, Jalisco, 19°30' N	81.6	Este estudio

* = Aunque es muy probable que estos reportes incluyan a *I. fuscus*, no se específica.

Tabla 4

Talla promedio de *I. fuscus* en otras localidades del Pacífico mexicano y el área de estudio

Localidad	*Talla (cm)*	*Autor*
Guerrero	23.8	Gil-López y Medrano-González (1992)
Isla Espíritu Santo (BCS)	23.3	Reyes-Bonilla (1997)
Santa Rosalía, México	25.1	Fajardo-León *et al*. (1995)
San Cristóbal Sureste	23.5	Anónimo (2003a)
Jalisco	23.9	Este estudio

Pesquerías

Peces

Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán

Daniel Hernández Montaño[*]
Carlos Meléndez Galicia[*]
Andrés Arellano Torres[*]

Resumen

El huachinango *Lutjanus peru* es la especie objetivo de la pesquería artesanal del estado de Michoacán; para conocer algunos aspectos biológico-pesqueros se realizó un estudio poblacional en 2002. Se calculó que la población alcanza una L_{∞} = 76.5 cm de longitud estándar (Ls), con un parámetro de curvatura de K = 0.18 año^{-1}. Esta especie se reproduce en dos periodos: el primero, de mayor intensidad, es de abril a mayo, y el segundo de septiembre a diciembre. La talla de primera captura es menor que la reportada con anterioridad. El rendimiento actual es de 232 g·recluta^{-1}, con una edad de primera captura (Tc) de 0.92 años y una mortalidad por pesca (F) de 1.72; para aumentar este rendimiento a 400 g·recluta^{-1}, es necesario incrementar *Tc* a 2.5 años y reducir *F* a 0.40.

Palabras clave: Huachinango, Michoacán, evaluación pesquera, rendimiento pesquero.

Introducción

El huachinango *Lutjanus peru* es la especie objetivo de la pesquería artesanal del estado de Michoacán, ya que al ser una de las de mayor demanda en el estado, brinda los mejores ingresos a los pescadores. La pesquería tiene carácter multiespecífico porque durante el viaje de pesca se atrapa gran diversidad de especies (Amezcua-Linares, 1985 y 1996; Pérez-Mellado y Findley, 1985; Van der Heiden, 1985; Madrid-Vera *et al*., 1989, 1997; Pérez-Vivar, 1995); las más importantes pertenecen a las familias Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Scombridae, Sciaenidae, Serranidae, Ostreidae, Balistidae, Dasyatidae y Carcharhinidae, entre otras (Cruz-Romero *et al*., 1989; del Monte-Luna *et al.,* 2001; Espino-Barr *et al*., 2003).

La producción de huachinango en el litoral del Pacífico mexicano ha oscilado entre 3 300 y 4 800 toneladas en el periodo que abarca de 1993 a 2002 (SAGARPA, 2003); en el estado de Michoacán la captura de esta especie ha variado entre 179 y 330 t en ese mismo periodo. La *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004) menciona que esta pesquería se encuentra aprovechada al máximo sustentable y que la medida de referencia en Michoacán es de 200 t, por lo que debe evaluarse el estado de la población cuando la producción sea inferior.

Para tener acceso a este recurso es necesario contar con un permiso de pesca comercial de escama. La unidad de esfuerzo pesquero es una embarcación menor, de longitud máxima de ocho metros, con motor fuera de borda. La jornada de trabajo varía de seis a 12 horas. Los principales artes de pesca son línea de mano y anzuelo ("cuerda"), la red agallera de fondo y el palangre escamero. La abertura de malla recomendada es de cuatro pulgadas y los anzuelos deben ser rectos de los números siete a nueve (DOF, 2004).

El propósito del presente documento es aportar información sobre la captura y sobre algunos aspectos de la población del huachinango *Lutjanus peru*, como los parámetros de crecimiento, periodos de reproducción, la edad y la talla de primera captura, el rendimiento por recluta y la mortalidad por pesca, con el fin de evaluar el estado en que se encuentra el recurso en la costa michoacana y para que sean considerados en la administración de este recurso.

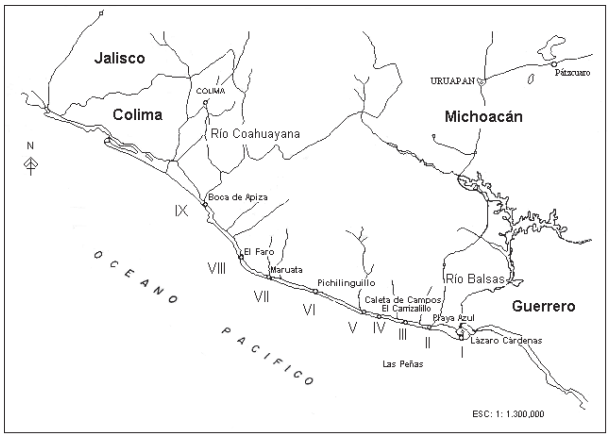
* CRIP-Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca. Ibarra #28, Col. Ibarra. Pátzcuaro, Michoacán. Correos electrónicos: daniel_hdzm@hotmail.com; cmelendez64@hotmail.com; arellanotorres@hotmail.com

Métodos y materiales

Área de estudio

La costa del estado de Michoacán tiene una extensión aproximada de 246 km, la conforman los municipios de Lázaro Cárdenas, Aquila y Coahuayana. Las comunidades de mayor importancia pesquera son: Boca de Apiza, Caleta de Campos, Caletilla, El Carrizal, El Faro, Lázaro Cárdenas, La Manzanilla, Las Peñas y Pichilinguillo. El tipo de clima es Aw(w), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%. La temperatura media anual es de 26 a 28 °C. La época de lluvias abarca los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 894.8 mm (García, 1973).

Figura 1
Principales áreas de desembarco de la pesquería artesanal de Michoacán



I: Lázaro Cárdenas; II: Playa Azul; III: Las Peñas; IV: el Carrizalillo; V:Caleta de Campos; VI: Pichilinguillo; VII: Maruata; VIII: El Faro; IX: Boca de Apiza.

Análisis de la captura y del viaje de pesca

La captura se analizó a partir de los datos incluidos en los avisos de arribo de un periodo de 12 años, proporcionados por las Oficinas de Pesca de Lázaro Cárdenas y Coahuayana. Estos documentos contienen los volúmenes de captura mensual por especie, por organización pesquera y, en algunos casos, por pescador. Esta información permite describir las temporadas de pesca.

El volumen obtenido por viaje se utilizó como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Estos registros se obtuvieron en los muestreos de la captura comercial del huachinango *Lutjanus peru*, realizados en los centros de acopio más grandes (Lázaro Cárdenas y Coahuayana) entre abril y diciembre de 2002.

Estimación de parámetros poblacionales. Se realizaron muestreos de peces obtenidos en la captura comercial en las nueve zonas de mayor captura, entre abril y diciembre de 2002, en total se colectaron 2 038 organismos. A cada individuo se le midió la talla (cm) y se le tomó el peso (g). La identificación del sexo se realizó mediante la inspección macroscópica de las gónadas; el estado de madurez se determinó según la escala modificada de Holden y Raitt (1975) que reconoce seis etapas, según el volumen que ocupan los órganos reproductores en la cavidad abdominal y de su coloración.

La relación longitud-peso (L-P) se utilizó para determinar el tipo de crecimiento. Antes de aplicar este método se efectúo un análisis de Covarianza (Ott, 1993; Zar, 1996) para establecer el efecto del sexo en la longitud del pez, con el peso como covariante. La ecuación empleada para describir la relación *L-P* fue:

Ec. 1 $$P = a\, L_{tot}^{\,b}$$

Donde: P = peso; L_{tot} = longitud total del pez; a = ordenada al origen y b = pendiente de la ecuación. Posteriormente se calculó el factor de condición (FC):

Ec. 2 $$FC = PL^{-3}$$

El FC promedio mensual se graficó contra el tiempo, con el fin de delimitar la época de reproducción.

Los parámetros de crecimiento se calcularon con la función de Von Bertalanffy (1938):

Ec. 3 $$L_t = L_\infty\, [1\text{-}e^{-K(t\text{-}to)}]$$

Donde: L_t = longitud al tiempo *t*; L_∞ = longitud infinita o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota, controla la forma de la curva, t = tiempo; t_0 = longitud teórica en la edad 0. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo L_t y L_∞ por P_t y P_∞, respectivamente, en la ecuación de Von Bertalanffy (1938).

Los parámetros de crecimiento se estimaron con el método indirecto, no paramétrico, de análisis de frecuencia de tallas incluidos en el programa ELEFAN I (Brey y Pauly, 1986), que examina una serie de muestras de frecuencias de longitud arregladas secuencialmente en el tiempo, sobre la que se trazan curvas de crecimiento que interceptan las modas, que representan los grupos de edad; se selecciona la curva que pasa por el mayor número de picos (grupos de edad). Este

método utiliza diferentes combinaciones de longitud máxima del stock L_∞ y el parámetro de curvatura K para generar una superficie de respuesta (Rn) llamada índice de bondad de ajuste, donde el máximo valor indica la mejor combinación de estos dos parámetros (Gayanilo y Pauly, 1997). El parámetro t_0 se obtiene de la ecuación empírica de Pauly (1984):

Ec. 4 $\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922-(-0.2752(\text{Log}_{10} L_\infty))-(1.038(\text{Log}_{10} K))$

La mortalidad total (Z) se estimó con el método de la curva de captura a edades relativas (Pauly, 1984) que considera que Z es diferente para cada edad.

La mortalidad natural (M) se calculó a partir de la ecuación empírica de Pauly (1980) que relaciona la mortalidad natural, los parámetros de crecimiento y la temperatura promedio anual del agua (T°), que en el periodo de estudio fue de 26 °C (Secretaría de Marina[1]).

Ec. 5 $\text{Log}_{10}M = -0.0066-(0.279\ \text{Log}_{10}L_\infty)+(0.6545\ \text{Log}_{10}K)+(0.4634\ \text{Log}_{10}T^{\circ})$

La tasa de mortalidad por pesca (F) se obtuvo por la diferencia entre Z y M, sobre la base de la función $Z = F+M$. La razón de explotación (E) resultó del cociente: $E = FZ^{-1}$

La talla de primera captura (Lc) se determinó a partir de la curva de reclutamiento (Beverton y Holt, 1957); para construir esta gráfica, las longitudes promedio de los organismos se colocan en el eje de las abscisas y la frecuencia relativa acumulada, en el de las ordenadas. La curva resultante fue sigmoide y la longitud correspondiente a la ordenada de 50% mostró la talla de primera captura (Gulland, 1983). Esta medida fue convertida a la edad de primera captura (Tc) despejando t de la ecuación de crecimiento.

El rendimiento se estimó con el modelo de estructura por edades de Beverton y Holt (1957), que es eficiente cuando los datos de captura y esfuerzo son escasos; este modelo describe el rendimiento por recluta de acuerdo con los siguientes supuestos: los patrones de pesca han sido los mismos a lo largo del tiempo, el reclutamiento es constante, todos los peces de una cohorte nacen al mismo tiempo y las mortalidades por pesca y natural son constantes desde el momento en que los reclutas entran a la fase de explotación (Sparre y Venema, 1997). El rendimiento por recluta (Y/R) se estimó con los parámetros de crecimiento, la mortalidad y las edades de primera captura y de reclutamiento:

Ec. 6

$$Y/R = F \cdot e^{-M(Tc-Tr)} \cdot P_\infty \left(\frac{1}{Z} - \frac{3 \cdot S}{Z+K} + \frac{3 \cdot S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right)$$

Donde:

Ec. 7 $S = e^{(-K \bullet Tc - t_0)}$

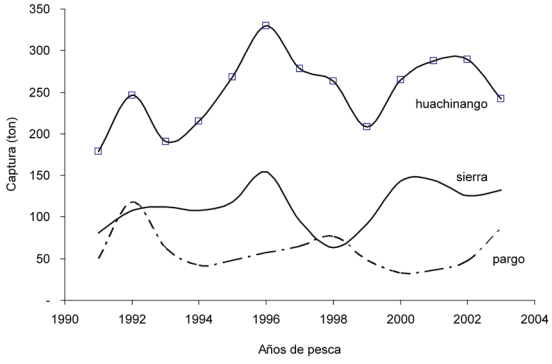
La edad de primera captura Tc y la mortalidad por pesca (F) se utilizaron para localizar el rendimiento actual y posteriormente encontrar los Puntos de Referencia de la pesquería. F_{max} se refiere al valor de F que maximiza el rendimiento promedio de cada recluta que se incorpora a la pesquería, mientras que $F_{0.1}$ es la tasa de mortalidad por pesca a la cual la pendiente de la curva de rendimiento por recluta, como una función de la mortalidad por pesca, está a 10 % de su valor en el origen. Este último es un punto de referencia objetivo más conservador (Gulland y Boerema, 1973).

Resultados

Variaciones de la captura

Las especies objetivo de la flota artesanal de la costa michoacana son el huachinango (*Lutjanus peru*), la sierra (*Scomberomorus sierra*) y el pargo (*L. guttatus*), de las cuales, el huachinango es la más importante (Fig. 2). El volumen capturado de las tres especies varió ampliamente en el intervalo de estudio, aunque fue más abundante en 1996 y 2002.

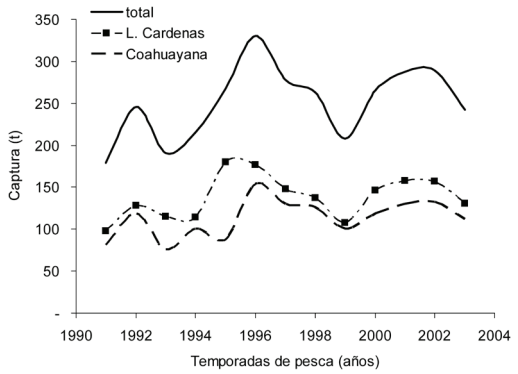
Figura 2
Captura de las tres especies objetivo de la pesquería ribereña de la costa de Michoacán



1. La temperatura superficial se obtuvo en la página *web* de la Secretaría de Marina: *http://www.semar.gob.mx/meteorologia/prono.htm*

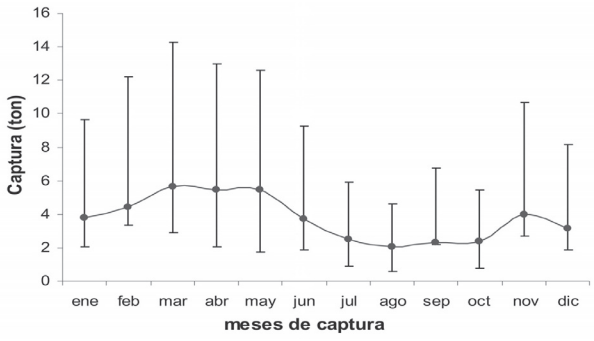
La captura de huachinango entre 1990 y 2002 se encontró entre 170 y 270 t por año, por lo que el promedio fue de 251±23.41 t, la magnitud de la desviación estándar muestra que podría considerarse constante. La producción fue inferior o muy próxima al valor de referencia de 200 t en 1991, 1993 y 1999. Por otro lado, aunque la captura en la región de Lázaro Cárdenas fue ligeramente mayor que en Coahuayana, las variaciones fueron similares (Fig. 3).

Figura 3
Captura de huachinango total y por región de la costa de Michoacán, en el periodo 1990-2003



La temporada de pesca varía de acuerdo con la disponibilidad del recurso; en el caso del huachinango hay dos periodos en el año: febrero-mayo, en el que es más abundante, y noviembre-diciembre. La *figura 4* muestra la captura promedio mensual en toda la costa de Michoacán, durante un periodo de cinco años.

Figura 4
Captura mensual promedio ± desviación estándar del huachinango durante el periodo 1995-1999

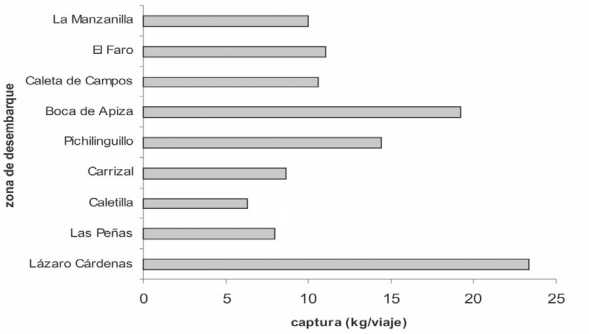


Esta especie se captura en la costa de Michoacán principalmente con redes agalleras de fondo, líneas y anzuelos ("cuerda") y con el palangre escamero ("cimbra"). Es posible ver una descripción más amplia sobre las características de estos artes en el trabajo de Meléndez y colaboradores, en este mismo libro.

Análisis de la captura por viaje de pesca

De acuerdo con el análisis de la captura por unidad de esfuerzo del huachinango, basado en el viaje de pesca, se observó que los pescadores de la zona de Lázaro Cárdenas obtuvieron los mayores volúmenes (23.35 kg·viaje^{-1}), seguidos por los de Boca de Apiza (19.19 kg·viaje^{-1}); en el resto de las áreas la captura media fue de 14 kg·viaje^{-1} (Fig. 5).

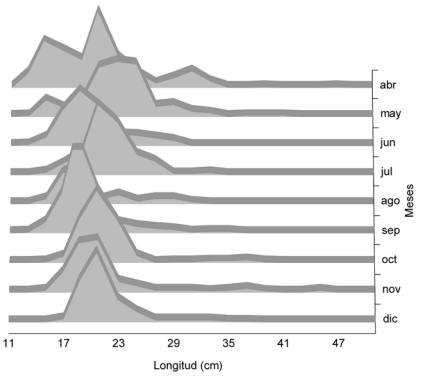
Figura 5
Captura promedio de huachinango por zona de desembarque en la costa de Michoacán. Datos de la Subdelegación de Pesca en el estado



El arte de pesca que mostró los mejores rendimientos (29.41 kg·viaje^{-1}) fue el palangre, mientras que con la cuerda y la red agallera se obtuvieron 15 y 10 kg·viaje^{-1} en promedio, respectivamente.

Estimación de parámetros poblacionales. La composición de tallas de la muestra total de la captura de huachinango está sesgada por la selectividad del arte de pesca (Fig. 6). De la captura, 84% estuvo compuesto de organismos cuya longitud estándar (Ls) se encontraba entre 17 y 25 cm, y su peso entre 130 y 380 g.

Figura 6
Distribución de frecuencia de talla de la captura comercial de huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán en 2002



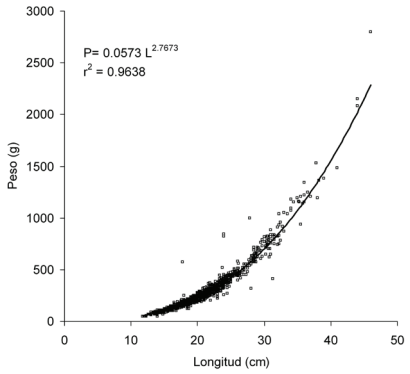
De los organismos, 96% fue capturado antes de alcanzar la talla de primera madurez, estimada para las hembras en 29 cm (longitud furcal) por Lucano-Ramírez (1998) y 30 cm (longitud total) por Santamaría-Miranda *et al*. (2003). La *tabla 1* muestra que la mayoría de los peces sacrificados era inmadura, ya que la talla media era inferior a la de primera madurez sexual. Por otro lado, los individuos cuya *Ls* fue superior a los 30 cm representaron 3.8% de la muestra.

Tabla 1
Características morfométricas del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán

	Longitud estándar (cm)	*Peso (g)*	*L-P* *a*	*b*	*M:H*	*N*
$\bar{X}$	20.29	263.0	0.0573	2.7673	1:1.48	2 038
Mínimo	11.80	45.0				
Máximo	46.00	2 800.0				
Desviación estándar	4.016	189.5				

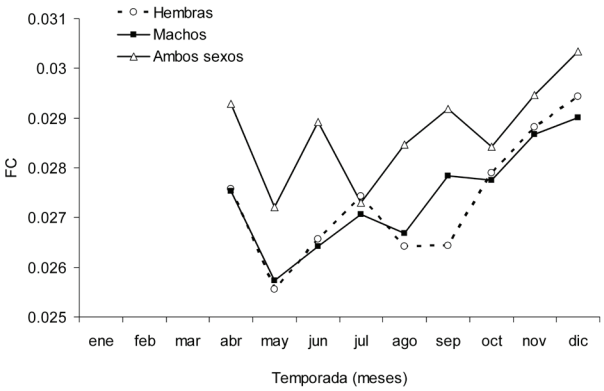
La relación longitud-peso (Fig. 7) se obtuvo a partir de la población total, ya que el Análisis de Covarianza no mostró diferencia entre sexos ($p = 0.11$). El valor de la pendiente (b) de la ecuación potencial indica que el crecimiento del huachinango fue de tipo alométrico, ya que fue significativamente diferente de tres ($t = -7.1$; $p<0.01$).

Figura 7
Relación longitud-peso del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán (P = Peso, L = Longitud). N = 2 036



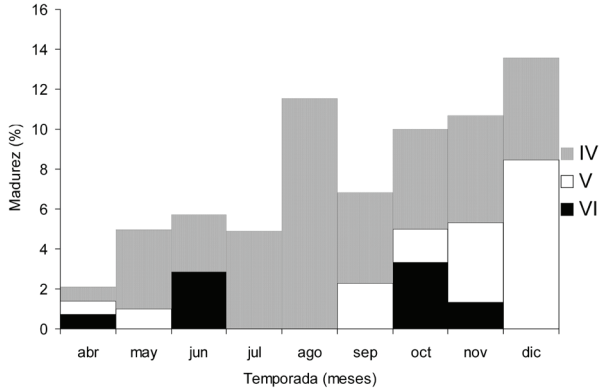
Las variaciones del Factor de Condición (FC) estimado para cada sexo (Fig. 8) muestran que disminuyó en mayo, cuando ambos sexos presentaron un decremento similar, y entre agosto y septiembre, cuando fue mayor en las hembras que los machos. La proporción sexual fue de un macho por 1.48 hembras.

Figura 8
Variación del Factor de Condición (fc) del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán



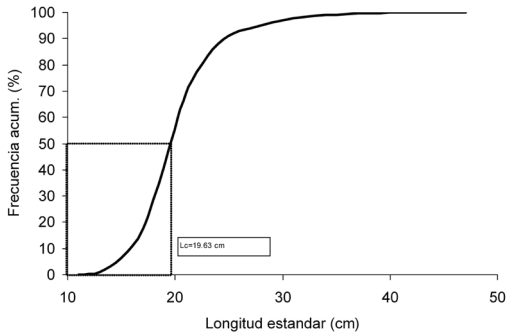
Para observar con mayor precisión las variaciones del estadio de madurez a lo largo del año, se excluyeron las primeras etapas (I, II y III), debido a que la muestra estuvo compuesta en un elevado porcentaje por organismos inmaduros (41%). Los cambios en el tiempo de la proporción de la muestra con individuos en los estadios IV, V y VI (Fig. 9), indican que hay dos periodos de reproducción al año, el primero, entre abril y mayo, y el segundo, entre septiembre y diciembre.

Figura 9
Proporción de la captura en estadios de madurez gonádica (excluyendo las etapas I, II y III) del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán. N = 1 200



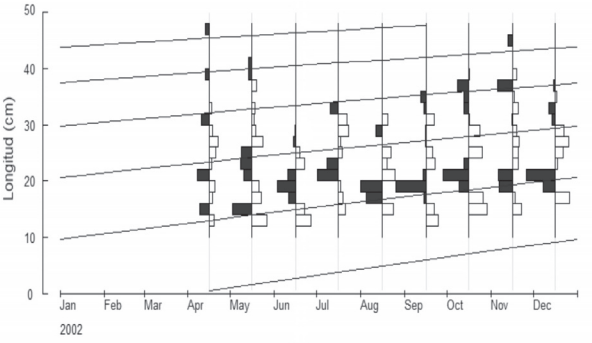
La talla de primera captura (Lc) fue de 19.63 cm de *Ls* (Fig. 10) y correspondió a una edad (Tc) de 0.92 años.

Figura 10
Talla de primera captura (Lc) del huachinango *Lutjanus peru*



Los resultados de la aplicación del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (Fig. 11) mostraron que, para el periodo de estudio, el parámetro *K* fue de 0.18 año^{-1} y la longitud asintótica (L_∞) de 76.5 cm de longitud estándar (Rn = 430).

Figura 11
Curva de crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán



La mortalidad natural de la población de huachinango fue de M = 0.43, la total Z = 2.14 (Fig. 12) y la producida por la pesca F = 1.72. La tasa de explotación E = 0.80 y la sobrevivencia anual S = 0.46. Esto significa que de la población de huachinango, al cabo de un año sobrevive 46% y muere 54%, de los cuales 80% fue por pesca y solamente 20% por muerte natural.

Según el modelo de Beverton y Holt (B-H), la pesquería de huachinango registró un rendimiento por recluta (Y/R) de 232 g·recluta^{-1}, a pesar de que el máximo que se podría obtener es de 426 g recluta^{-1}. La *figura 13* presenta el Y/R en función de la mortalidad por pesca (F); en ese gráfico, el modelo muestra que la *F* ha excedido hasta en 430% el valor máximo (F_{max} = 0.40) que podría soportar la pesquería de huachinango. Se observa, además, que el punto de referencia $F_{0.1}$ es muy cercano a F_{max}.

Figura 12
Curva de captura a edades relativas del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán

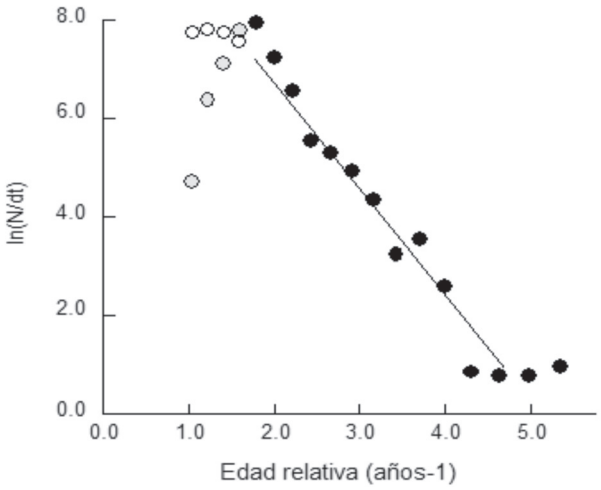
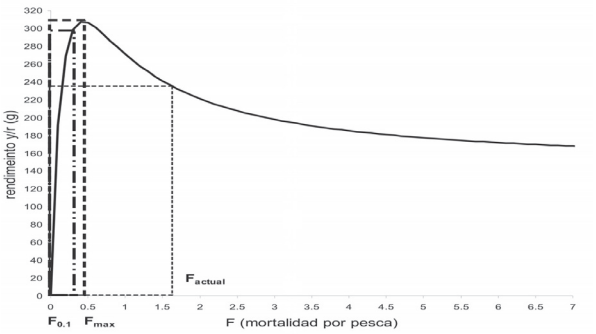


Figura 13
Rendimiento por recluta del huachinango *Lutjanus peru*

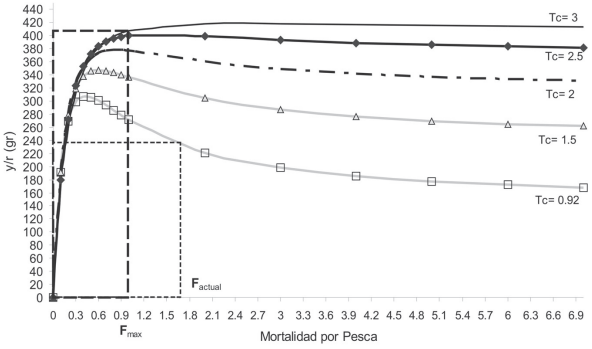


También se calculó el rendimiento por recluta variando la edad de primera captura (Fig. 14), y se encontró que la *Tc* se debe incrementar de 0.92 a 2.5 ó 3 años; con este cambio el rendimiento podría llegar a los 400 g·recluta^{-1}.

Discusión

La producción de huachinango que registra la costa de Michoacán se ha mantenido más o menos constante desde la década de los años noventa; las variaciones muestran que sólo en tres años fue inferior al valor de referencia establecido en la *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004), lo que podría sugerir que la población permanece estable. Desafortunadamente no hay datos del esfuerzo neto para determinar la pre-

Figura 14
Simulación del rendimiento por recluta (Y/R) variando la talla de primera captura del huachinango *Lutjanus peru*



sión por pesca, sus variaciones y si la explotación del recurso se encuentra al máximo valor permisible, se puede incrementar o debe limitarse. En este sentido, los parámetros biológicos evaluados en este estudio permiten valorar el estado del recurso.

Hay grandes variaciones en la CPUE a lo largo de la costa michoacana, relacionadas con las diferencias que hay en el poder de pesca. En la región de Lázaro Cárdenas la mayoría de los pescadores están equipados con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) y algunos de ellos también llevan videosonda; por otro lado, la densidad de pescadores es mayor y la extensión territorial es más grande, por lo que hay mayor cantidad de campos de pesca. En el resto de las regiones, la población y los recursos tecnológicos y de infraestructura son más escasos. Otro factor que probablemente este relacionado con la CPUE es la cercanía a los centros de consumo, ya que es más fácil comercializar los peces obtenidos en las inmediaciones de Lázaro Cárdenas y Boca de Apiza.

Por otra parte, los consumidores están requiriendo organismos cuyos pesos se encuentren entre 400 y 600 g por individuo, conocidos como *platilleros*; por esta razón, aunque el análisis de la captura diaria por arte de pesca muestra que el palangre es selectivo hacia los peces de mayor tamaño, en campo se observó que los pescadores prefieren utilizar redes agalleras (Hernández *et al*., 2002). En el mercado también hay demanda por los huachinangos de menos de 150 g de peso, conocidos por los pescadores como *baby*, lo que ha conducido al uso de redes con abertura de malla (2¾") y de anzuelos número 3 y 4, más pequeños que los señalados por la *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004). Estos organismos se capturan principalmente en marzo y abril, cuando la disponibilidad del recurso es mayor.

El efecto del esfuerzo realizado para satisfacer esa demanda es negativo para la población, ya que la mayoría de los organismos capturados era inmadura y la *Tc* fue dos centímetros más pequeña que la reportada por Hernández *et al*. (2002) en muestreos realizados en el año 2001 (22.3 cm de Ls) en la misma zona. Este problema se debe resolver reduciendo el comercio de estos individuos, ya que podría afectar el stock en el mediano plazo.

El huachinango alcanza una L_∞ de 76.5 cm de *Ls*, con un parámetro de curvatura *K* de 0.18 año^{-1}. Estos parámetros son similares a los obtenidos por el método directo de la lectura de escamas por Ruiz-Luna *et al*. (1985) y Madrid-Vera (1990) en el estado de Michoacán. En ambos trabajos se utilizó la longitud total y las L_∞ obtenidas fueron de 80.5 con un parámetro de curvatura K = 0.19 y 81.5 cm con un parámetro de curvatura *K* de 0.19, respectivamente.

Los periodos reproductivos corresponden a los encontrados por otros autores (Ruiz *et al*., 1982; Ruiz, 1983; Aguilar, 1986 y Madrid-Vera, 1990) en la misma área de estudio de Michoacán. Estos lapsos coinciden con los periodos en que hay mayor disponibilidad y explotación del recurso, si a esto se adiciona que se está capturando mayor proporción de hembras que de machos, es posible suponer que la explotación del recurso está deteriorando el estado de la población. Proponer una veda para esta especie es muy difícil porque la pesquería es multiespecífica, pero es indispensable reglamentar las tallas mínimas de captura, prohibiendo el uso de redes agalleras con tamaño de malla menor de 3.5 pulgadas.

De acuerdo con el modelo de Beverton y Holt, para aumentar el rendimiento del recurso es necesario incrementar la *Tc* al menos a 2.5 años y disminuir la mortalidad por pesca. Por otro lado, utilizando como Punto de Referencia $F_{0.1,}$ la mortalidad por pesca se debe reducir en 430%.

Conclusiones

La producción del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán ha permanecido estable desde la década de los años noventa; sin embargo, la mayor parte del esfuerzo pesquero está dedicada a extraer organismos inmaduros y se ejerce durante el periodo de reproducción, lo que afectará a la población en el mediano plazo.

Referencias bibliográficas

AGUILAR, S.F.A. 1986. *Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico Mexicano* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) por el método de lectura*

de escamas. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM, México. 76p.

AMEZCUA-LINARES, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, ICMyL-UNAM, INP, México. pp. 39-94.

AMEZCUA-LINARES, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. ICMyL-UNAM, CONABIO, México. 184p.

Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. *On the dynamics of exploited fish population*. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food 19, Reino Unido. 533p.

BREY, T y D. Pauly. 1986. *Electronic length frecuency analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN 0,1 y 2*. ICLARM, Manila, Philippines. 50p.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 9: 17-29.

DEL MONTE-LUNA, P., R. Moncayo-Estrada y S. Sánchez-González. 2001. Determinación de la especie objetivo de la captura comercial registrada en La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, durante el periodo 1987-1997. *Ciencia Pesquera*, 15: 127-129.

DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* del 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección. 128p.

ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, México. 160p.

GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana.* Instituto de Geografía-UNAM., México. 243p.

GAYANILO, F.C. Jr. y D. Pauly (eds.). 1997. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT).* Reference Manual. FAO Computerized Information Series, Fisheries 8, Roma. 262p.

GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO/Wiley series on food and agriculture. Wiley Interscience, Chichester, Reino Unido. 223p.

GULLAND, J.A. y L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull.,* 71(2): 325-335.

HERNÁNDEZ, D., C. Meléndez-G. y C. Romero-A. 2002. *Evaluación de recursos pesqueros (escama) en la costa de Michoacán.* Informe interno. CRIP Pátzcuaro. INP-SAGARPA, Pátzcuaro, Mich. 17p.

HOLDEN, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera*. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. ONU/FAO. Doc. Tec. Sobre Pesca, 115. 207p.

LUCANO-RAMÍREZ, G. 1998. *Ciclo reproductivo de* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae).* Tesis de Maestría, Fac. Ciencias, UNAM, México. 83p.

MADRID-VERA, J. 1990. *Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial*. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México. 179p.

MADRID-VERA, J., N.M.L. Gutiérrez y S.M. Herrera. 1989. *Parámetros ecológicos de las comunidades de peces del Litoral de Michoacán, México*. Informe interno. Biología de Campo. Fac. Ciencias, UNAM, México. 40p.

MADRID-VERA, J., P. Sánchez y A.A. Ruiz-Luna. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. *Estuarine Coastal and Shelf Sci*., 45: 485-495.

OTT, R.L. 1993. *An introduction to statistical methods and data analysis.* Duxbury Press, EU. 1184p.

PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.,* 39(2): 175-192.

PAULY, D. 1984. *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. ICLARM Stud. Rev. 8., Manila, Philippines. 344p.

PÉREZ-MELLADO, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y N de Sinaloa. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, UNAM-ICMyL, INP, México. pp. 201-251.

PÉREZ-VIVAR, T.L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México.* Tesis Profesional, UdeG, Guadalajara. 110p.

RUIZ, S.H. 1983. *Reproducción del huachinango* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae), del Pacífico Sur de México* Tesis Profesional. Facultad de Biología, U. Nal. Federico Villareal, Perú. 72p.

RUIZ, S.H. A. Ocegueda, M. Guzman y S. Coronel. 1982. *Ciclo reproductor del huachinango,* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae), del Pacífico Sur de México*. Informe de Investigación. UNAM-ICMyL, México. 15p.

RUIZ-LUNA, A., E. Girón-B., J. Madrid-V. y A. González-B., 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). *Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología*, Morelia, Mich., México. pp. 188-201.

SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.

SANTAMARÍA-MIRANDA, A., J.F. Elorduy-Garay, M. Villalejo-Fuerte y A.A. Rojas-Herrera. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop*., 51(2): 489-502.

SPARRE, P. y S.C. Venema. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos tropicale*s. Manual FAO, Documento Técnico de Pesca 306/1, FAO, Roma. 420p.

VAN DER HEIDEN, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arencibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, UNAM-ICMyL, INP, México. pp. 149-200.

VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology,* 10(2): 181-213.

ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª. ed., Prentice Hall, EU. 662p.

Algunos parámetros biológicos del cocinero *Caranx caballus* en la costa de Colima, México

Manuel Gallardo Cabello[*]
Elaine Espino Barr[**]
Arturo Garcia Boa[**]
Esther Guadalupe Cabral Solís[**]
Marcos Puente Gómez[**]

Resumen

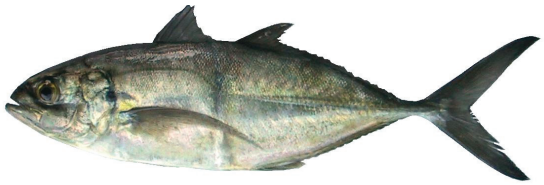
La edad del cocinero *Caranx caballus* se determinó por el método de la frecuencia de tallas (N = 1736) y por la lectura de las líneas de crecimiento de los otolitos sagittae (N = 79). Se identificaron cinco grupos de edad por el primer método y los parámetros de crecimiento fueron: L_∞ = 55.38 cm, P_∞ = 3 841.65 g, K = 0.34, t_o = -0.0084 con una estimación de longevidad de $A_{0.95}$ = 8.82 años. La lectura de otolitos arrojó cuatro grupos de edad y los parámetros fueron L_∞ = 52.02 cm, P_∞ = 3 205.60 g, K = 0.362, t_o = -0.085 y $A_{0.95}$ = 8.20 años. Los parámetros del crecimiento se compararon con los de otras especies del mismo género. También se estimaron el factor de condición y los índices gonadosomático, hepatosomático y de repleción gástrica. El factor de condición aumentó de abril a julio, tras un periodo de crecimiento en peso y de maduración gonadal. El índice gonadosomático se incrementó en junio, y en octubre este último fue de mayor magnitud, lo que coincidió con el aumento del índice de repleción gástrica y la disminución del hepatosomático. La semejanza de los resultados de este trabajo con el de otras evaluaciones realizadas a esta especie en la misma región sugiere que la biomasa de la población de *C. caballus* está en equilibrio.

Palabras clave: *Caranx caballus,* edad y crecimiento, frecuencia de tallas, otolitos, índices biológicos.

Introducción

Caranx caballus Günther, 1868 (Fig. 1) es una especie gregaria demersal y pelágica que vive sobre la plataforma continental del Pacífico central oriental, desde México hasta el norte del Perú (Chirichigno *et al*., 1982). En la costa de Colima, México, se pesca durante todo el año y sus volúmenes de captura sólo son superados por los miembros de la familia Lutjanidae, compuesta por los pargos y huachinangos (Cruz-Romero *et al*., 1996 a y b; Espino-Barr *et al*., 2003); no obstante, por su escaso valor comercial no se registra en los anuarios estadísticos que incluyen la información de todo el país, ya que los carángidos se consideran como especies de segunda, segunda alta y tercera clase con un precio de $ 5.00 por kilogramo en la playa y de $8.00 a $15.00 en el mercado (registrado entre los años 2003-2005), debido a ello se utilizan como carnada y para el consumo humano directo entre las clases sociales de más bajos ingresos.

Figura 1
Caranx caballus Günther, 1868



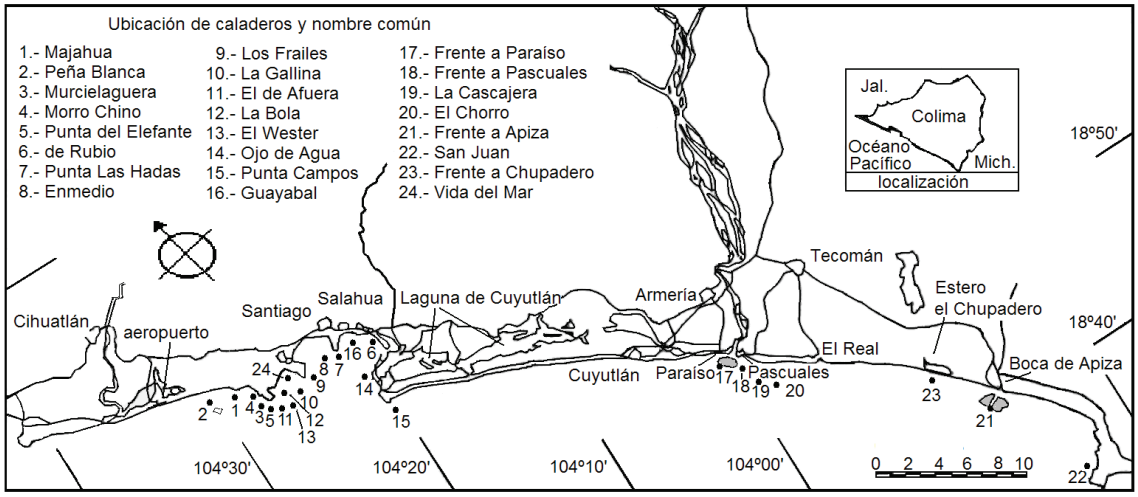
Esta especie, conocida localmente como "cocinero", representó en promedio 6% de la producción pesquera total en el estado. Los avisos de arribo de los pescadores de Colima del intervalo 1980-2002[1], muestran que se pescaron entre nueve y 250 t anuales

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-305, CP: 04510, México, DF, correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx

** CRIP-Manzanillo, INP, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, México, Tel: 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com

1. Información proporcionada por la Oficina de Pesca de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA del estado de Colima.

Figura 2
Mapa de los bajos pesqueros en la costa de Colima, México



de este carángido, con un promedio de 93 t. El esfuerzo pesquero por año se encontró entre tres mil y 28 mil viajes, mientras que la captura promedio por viaje fluctúo alrededor de los 4.5 kg, con pocas variaciones. Esta especie es más abundante de marzo a mayo y de septiembre a diciembre (Espino-Barr *et al*., 2004). El cocinero es parte de la captura incidental de los peces pelágicos costeros de importancia comercial, como la sierra y el jurel. Los artes con los que se pesca son la red agallera, la almadraba, el chinchorro playero, la línea de mano, el curricán y la atarraya.

Los estudios de esta especie se refieren principalmente a su descripción taxonómica (Castro-Aguirre, 1978; Chirichigno *et al*., 1982; van der Heiden, 1985; Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al*., 1995). Los análisis biológico-pesqueros son escasos, aunque Cruz-Romero *et al*. (1986, 1988, 1989, 1993) y Espino-Barr (2000) analizaron algunos aspectos de esta pesquería en Colima.

Por otra parte, la determinación de la edad es indispensable para conocer la estructura de una población y analizar los cambios en su distribución y abundancia a lo largo del tiempo. Los métodos para estimar la edad pueden ser directos o indirectos: los primeros estudian las estructuras duras, como huesos y otolitos, en las que los materiales que las forman se depositan con una periodicidad estacional, y permiten distinguir zonas de crecimiento rápido y lento, y con ello determinar la edad y calcular los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (1938). Los métodos indirectos consisten en el análisis de las tallas o longitudes para identificar, sobre las curvas polimodales que se forman en sus distribuciones de frecuencia, las agrupaciones que puedan corresponder a grupos de edad y con ellas estimar los parámetros de la ecuación de crecimiento. Cabe mencionar que el uso de diferentes métodos da validez a los parámetros de crecimiento de una especie (Joseph, 1962).

A pesar que la familia Carangidae tiene gran diversidad de especies y muchas de ellas son protagonistas de pesquerías, hay poca información documentada sobre su ciclo de vida, por lo que con la finalidad de aportar información biológica básica para el estudio de la pesquería y su manejo, se calculó la edad por medio del análisis de la distribución de las frecuencias de tallas y de la identificación de los anillos de crecimiento en los otolitos sagittae. También se describieron las características del crecimiento y se obtuvieron los valores de los índices del factor de condición, gonadosomático, hepatosomático y de repleción gástrica, que pueden explicar las marcas de crecimiento y evidenciar la temporada de reproducción.

Los parámetros de crecimiento estimados con el método de frecuencia de tallas se compararon con los calculados por otros autores en esta misma región en la década de los noventa, con el propósito de evaluar los cambios, ya que éstos son un indicador de las variaciones en la estructura de la población como consecuencia de la pesca.

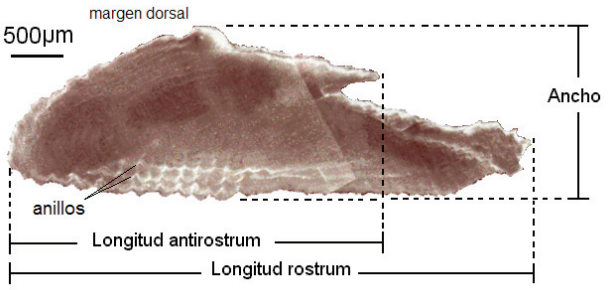
Métodos y materiales

El trabajo se dividió en dos fases: la primera consistió en colectar mensualmente aproximadamente 50 ejemplares ($N_{total} = 748$), capturados con la almadraba, el chinchorro playero, la línea de mano y las redes agalleras, con la intención de obtener representantes del mayor número de tallas posible. Estos organismos se llevaron al laboratorio del CRIP-Manzanillo, en

donde se registró la longitud total (L_{tot}), el peso del organismo entero (P) y eviscerado (Pe), así como el peso de las gónadas (Pg), el estómago (Pes) y el hígado (H), de cada ejemplar.

Por otro lado, cada mes se extrajeron los otolitos sagittae de tres a 10 organismos (79 en el año). El peso (Sp) de estas estructuras se determinó con una balanza analítica marca Ohaus Analytical Plus, y a cada una de ellas se le midió la longitud total del rostrum (Sr), antirostrum (San) y el ancho (Sa) siguiendo los criterios de Campana y Thorrold (2001). Las medidas se muestran en la *figura 3*.

Figura 3
Fotografía de la sagitta de *C. caballus*



El otolito sagitta se analizó con luz transmitida en un microscopio estereoscópico para detectar y cuantificar los anillos de crecimiento. La identificación se llevó a cabo en el borde dorsal del otolito, porque allí las líneas son más evidentes ya que se deposita más material que en otras áreas. El análisis se basó en el supuesto de que cada anillo representa un año de vida (Joseph, 1962).

Las longitudes (Sr, San, Sa) y el peso (Sp) de la sagitta se relacionaron con la L_{tot} del pez mediante una regresión potencial; posteriormente se aplicó el análisis de varianza para determinar la alometría y la significancia de los análisis (Zar, 1996). El número de anillos (equivalente a la edad) se relacionó con la longitud de la sagittae (Sr) y la L_{tot} con un análisis de regresión lineal de Pearson a 95% de confianza.

La segunda fase del muestreo se realizó en los centros de acopio de Manzanillo, Colima y consistió en un muestreo masivo, por lo que se midieron 988 organismos para determinar su longitud total (L_{tot}) y el peso (P) de los individuos completos.

Los histogramas de frecuencias de tallas, realizados con los datos de 1 736 individuos, se procesaron con el programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), incluido en el FiSAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools), para estimar las tallas promedio asociadas a cada grupo de edad (Gayanilo *et al*., 1994).

Las constantes del crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938), L_∞, K y t_o se determinaron con los métodos de Ford (1933), Walford (1946) y Gulland (1964) y se ajustaron con el método iterativo de convergencia por el algoritmo de interpolación de Newton (Burden y Faires, 1985) del programa Solver de Excel (Microsoft, 1992).

La relación peso-longitud se obtuvo con la función potencial:

Ec. 1 $$P = a\, L_{tot}^{\ b}$$

Donde: *a* es la ordenada al origen y *b*, la constante de la función. El tipo de crecimiento se determinó a partir del exponente *b*, para lo cual se aplicó una prueba de *t-Student*; cuando este valor es estadísticamente igual a tres indica que el crecimiento es isométrico (Ehrhardt, 1981; Mendenhall, 1987). El valor de confianza usado en la prueba fue de 95%. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo *Lt* y L_∞ por *Pt* y P_∞, respectivamente, en la ecuación de von Bertalanffy (1938), y aplicando la relación peso-longitud.

La ecuación de Taylor (1958 y 1960) se utilizó para calcular la edad límite o longevidad ($A_{0.95}$ ó 95% de la L_∞), característica dependiente de las condiciones del medio que permite comparar especies o épocas (Nikolsky, 1963). También se estimó la longevidad de esta especie y de otras del género *Caranx*, a partir de los datos reportados por otros autores, así como el índice Φ' (fi prima), con la fórmula $\Phi' = \log_{10} K + 2\log_{10} L_\infty$, para comparar la curva de crecimiento de las diferentes especies (Longhurst y Pauly, 1987; Pauly, 1991; Sparre y Venema, 1995).

Los valores mensuales del factor de condición se establecieron a partir del coeficiente *a* de la relación peso-longitud calculada tanto con el peso total (a_{tot}), como con el eviscerado (a_{evi}), los cuales son indicadores del estado de robustez de los individuos a lo largo del año (Safran, 1992).

El índice gonadosomático (IGS) y el hepatosomático (IHS) se determinaron de acuerdo con las fórmulas descritas por Rodríguez-Gutiérrez (1992):

Ec. 2 $$IGS = [Pg \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Donde *Pg* es el peso de la gónada.

Ec. 3 $$IHS = [H \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Donde *H* es el peso del hígado. El índice de repleción gástrica (IRG) se calculó con el método de Sierra y Popota (1982) citado en Rojas-Herrera (2001):

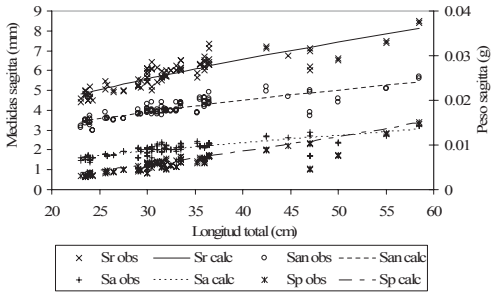
Ec. 4 $IRG = [Pes \cdot P^{-1}] \cdot 100$
Donde Pes es el peso del estómago.

Resultados

Relación entre la longitud del otolito sagittae y la longitud total del pez

La *figura* 4 muestra la gráfica de las relaciones que guardan las medidas y el peso del otolito sagittae con respecto a la L_{tot} del pez; y la *tabla 1*, los parámetros de estas relaciones. Todas las regresiones fueron significativas ($p<0.05$) y los coeficientes de determinación (r^2) se encontraron entre 0.82 y 0.91; en todos los casos la alometría fue negativa. El ancho de la sagittae fue la medida que presentó la correlación más alta con la L_{tot} del pez ($b = 0.674$; $r^2 = 0.86$).

Figura 4
Relación de la longitud total del pez (cm) y de la longitud del otolito sagitta (mm) de *C. caballus*



Longitud del rostrum (Sr), longitud del antirostrum (San), ancho del otolito (Sa) y peso del otolito (Sp).

Tabla 1
Parámetros de las regresiones elaboradas entre la longitud total (L_{tot}) de *C. caballus* (cm), las medidas del otolito (mm) y su peso (g). Todas las regresiones fueron significativas ($p<0.05$)

Variables	*a*	*b*	*n*	r^2	*F'*
Longitud Rostrum	0.829	0.561	74	0.825	344
Longitud Antirostrum	0.722	0.496	78	0.838	392
Ancho	0.194	0.675	78	0.863	479
Peso	0.00004	1.457	74	0.915	776

La ecuación de la relación lineal entre el número de anillos (edad) y la longitud de la sagittae fue $Sr = 4.009 + edad \cdot 1.006$ ($r^2 = 0.788$; $p<0.05$) y la longitud del pez fue $L_{tot} = 16.313 + (edad \cdot 9.256)$ ($r^2 = 0.863$; $p<0.05$). Puesto que ambas relaciones fueron significativas, es posible concluir que los otolitos describen el crecimiento de esta especie.

Crecimiento en longitud. El intervalo de tallas se encontró entre los 12 y 46 cm (Fig. 5), con medias mensuales de 20 a 26 cm, e intervalos de confianza promedio de ±10 cm (Fig. 6).

La *tabla 2* presenta las tallas medias observadas para cada grupo de edad de *C. caballus* calculadas por el análisis de frecuencias de tallas y la lectura del otolito sagittae, así como los valores estimados por el procedimiento iterativo. Los resultados de los dos métodos fueron similares para las primeras cinco edades, pero a partir de la sexta, las tallas calculadas por la técnica indirecta fueron más grandes que las obtenidas por el conteo de líneas de crecimiento. También se observó que durante el primer año de vida de *C. caballus*, el incremento en longitud fue mayor que en los años posteriores. El análisis de tallas muestra que entre las edades uno y dos, los peces crecieron 11.39 cm; entre la dos y la tres, 8.11 cm; entre la tres y la cuatro, 5.77 cm y 4.11 cm entre las edades cuatro y cinco. Las tallas estimadas por medio de la lectura de otolitos fueron menores, por lo que el crecimiento ocurrió de la siguiente forma: 10.96 cm de la edad uno a la dos, 6.88 de la dos a la tres y 5.60 de la tres a la cuatro. Por otro lado, los parámetros de crecimiento del análisis de frecuencia de tallas fueron: $L_\infty = 55.38$, $K = 0.340$ y $t_0 = -0.008$; y de la lectura de otolitos: $L_\infty = 52.02$, $K = 0.362$ y $t_0 = -0.085$.

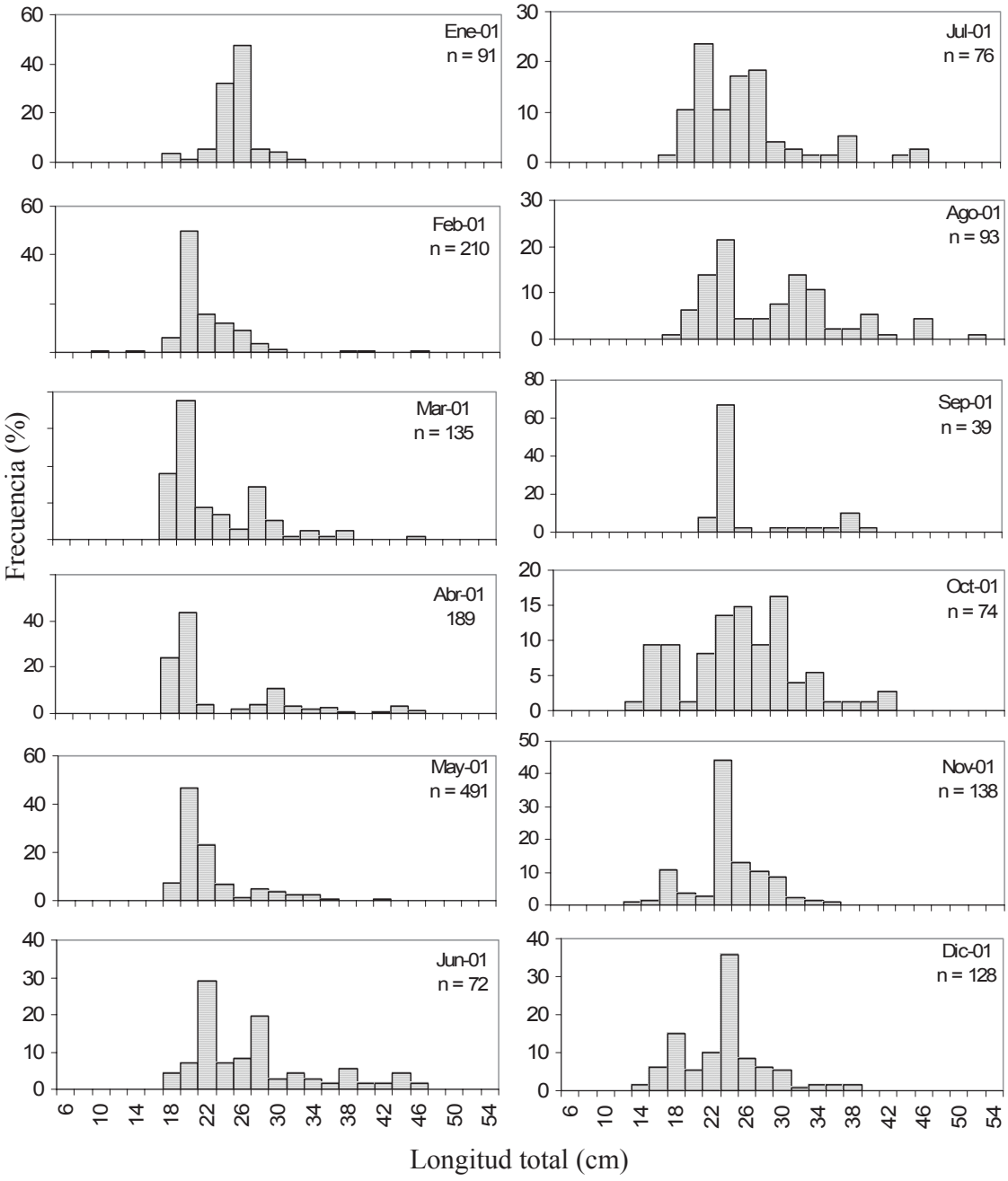
En la *tabla 2* se observa que las tallas promedio de cada grupo de edad calculadas en este trabajo, fueron mayores que las estimadas por Cruz-Romero *et al.* (1993), quienes sólo utilizaron el método de frecuencia de tallas, probablemente porque en este análisis se usó una muestra más grande.

Tabla 2
Longitud total (L_{tot}) promedio (cm) observada y calculada para cada grupo de edad de *C. caballus*, con el método directo, frecuencia de tallas y ajustado con el algoritmo de Newton

	Método				
	Otolitos		*Frecuencia de tallas*		
Edad	L_{tot} *obs*	L_{tot} *calc*	L_{tot} *obs*	L_{tot} *calc*	L_{tot} *calc* *
1	16.82	16.88	15.86	15.85	15.27
2	27.78	27.54	27.26	27.24	25.58
3	34.66	34.97	35.37	35.35	32.96
4	40.27	40.14	41.14	41.13	38.24
5		43.78	45.25	45.23	42.02
6		46.27		48.16	44.72
7		48.00		50.24	46.65
8		49.19		51.72	48.04

* Cruz-Romero *et al.* (1993).

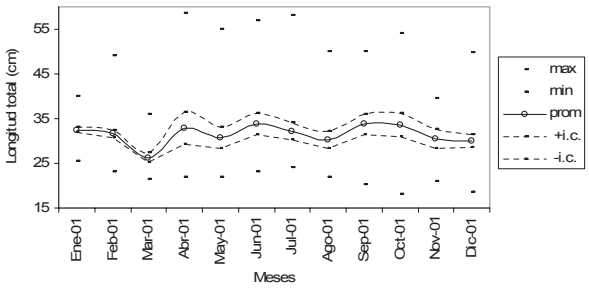
Figura 5
Distribución de frecuencia de longitud total (cm) de cocinero *C. caballus* en la costa de Colima durante 2001 (N = 1 736)



Crecimiento en peso. El coeficiente de crecimiento alométrico de la relación peso-longitud (b) fue de 2.91 con el animal entero y de 2.92 cuando estuvo eviscerado; ambos valores tienden a la isometría (Fig. 7), como lo muestra el análisis de *t-Student* ($t = 1.965$, $p>0.05$).

Los valores del crecimiento teórico en peso total (P) y eviscerado (Pe), para cada edad, obtenidos con los dos métodos, se muestran en la *tabla 3*. Los valores del peso obtenidos por medio del análisis de la frecuencia de tallas fueron: $P_\infty = 3\ 841.65$ g y $Pe_\infty = 3\ 486.65$ g, y por la lectura de otolitos, $P_\infty = 3\ 205.60$g y $Pe_\infty = 2\ 905.04$ g. Las diferencias entre los resulta-

Figura 6
Distribución de los valores máximos (max.), mínimos (min.), promedio (prom.) e intervalos de confianza a 95% (i.c.) de la longitud mensual de *C. caballus*



dos se deben a los modelos empleados, ya que el método indirecto tiende a sobreestimar los parámetros.

En la *tabla 4* se muestran los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para varias especies del género *Caranx*, estimados con la L_{tot} del pez. La familia Carangidae está compuesta por especies de gran variedad de tamaños, desde las que miden 41 cm hasta las que alcanzan 1.80 m. El índice Φ' de la familia se encontró entre 2.5 y 3.53, los valores más bajos correspondieron a las especies de crecimiento más lento y de mayor tamaño.

Longevidad (Edad $A_{0.95}$). Caranx caballus podría alcanzar 95% de su L_{∞} a los 8.82 años, según los resultados del análisis de frecuencia de tallas, y a los 8.20 años, de acuerdo con la lectura de otolitos. Esta edad correspondería a un organismo de 50 cm de longitud y un peso promedio de tres kilogramos.

Índices biológicos

En la *figura 8* se presentan los valores mensuales del factor de condición (a), estimado con el organismo entero y eviscerado, así como de los índices gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de repleción gástrica (IRG). Los valores más altos del factor de condición se observaron en julio y septiembre, y los incrementos de abril a julio, de manera paralela en los organismos con y sin vísceras, resultado de la temporada de crecimiento y de maduración gonadal.

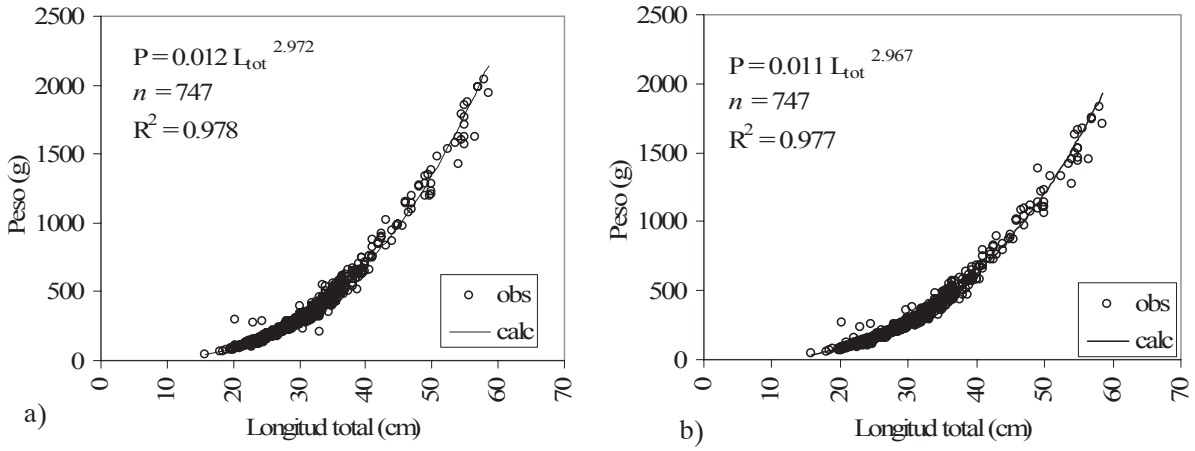
Durante todo el año se colectaron hembras maduras; sin embargo, el IGS fue elevado en junio y octubre (Fig. 8), lo que indica que probablemente ocurrieron desoves masivos en los meses siguientes. Por otro lado, los altos valores del IRG registrados durante los periodos marzo - abril y septiembre - octubre, muestran que durante esos meses la alimentación fue más intensa, en preparación para la maduración de las gónadas.

La tendencia del IHS fue positiva en el periodo febrero-junio y negativa entre julio y octubre; puesto que en este último intervalo la tendencia fue inversa a la del IGS, se sugiere que es resultado del desove de junio-julio.

Discusión

Mucho se ha escrito acerca de los problemas para evaluar el crecimiento de las especies tropicales (Manooch III, 1987); uno de ellos es que la reproducción

Figura 7
Relación entre la longitud total (L_{tot}) y a) el peso total (Pt) y b) el peso eviscerado (Pe) *de C. caballus*

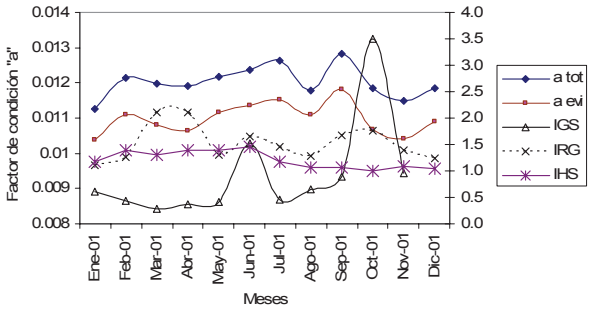


Nota: obs = observado; calc = calculado.

Tabla 3
Pesos promedio total a cada (Pt) y eviscerado (Pe), expresados en gramos, de los organismos de cada grupo de edad

	Método			
	Frecuencia de tallas		*Otolitos*	
Edad	*Pt*	*Pe*	*Pt*	*Pe*
1	101	90	121	108
2	488	439	504	453
3	1 041	940	1 009	910
4	1 616	1 462	1 508	1 362
5	2 132	1 931	1 941	1 755
6	2 558	2 318	2 280	2 063
7	2 894	2 623	2 536	2 297
8	3 149	2 856	2 725	2 468

Figura 8
Valores mensuales de los índices del factor de condición *a* del peso total (a_{tot}) y eviscerado (a_{evi}), gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de repleción gástrica (IRG)



ocurre durante todo el año, aunque con pulsos importantes (Grimes, 1987). En este caso se supone que el desove es anual y que la periodicidad de los anillos de crecimiento en los otolitos mantiene la misma frecuencia (Longhurst y Pauly, 1987). Las variaciones de los índices biológicos sugieren que hay dos periodos de desove en el año; no obstante, los valores elevados de los r^2 obtenidos de las regresiones elaboradas entre el número de anillos y las longitudes del otolito y el pez, sugieren que el supuesto es válido y que estas estructuras sirven para evaluar el crecimiento de la población de cocinero de Manzanillo.

El método de frecuencia de tallas tiende a sobreestimar los parámetros de crecimiento y las distribuciones de frecuencia pueden estar sesgadas, dependiendo del arte de pesca empleado, pero tiene las ventajas de que incorpora mayor número de organismos, el muestreo es muy fácil de llevar a cabo y el método es más sencillo de aplicar. Por otro lado, la determinación de la edad por medio del conteo de los anillos de crecimiento en los otolitos, permite evaluar los resultados obtenidos del análisis de las tallas.

En este trabajo las tallas promedio calculadas con los dos métodos fueron similares para los individuos de hasta cinco años; a partir de la edad seis, tanto los anillos como las modas empezaron a traslaparse porque la velocidad de crecimiento es menor y por tanto se reduce la eficiencia de los dos métodos. Por otra parte, puesto que el intervalo de tallas de poco más de 95% de los organismos se encontró entre 12 y 44 cm, es posible suponer que la edad estimada a partir del método indirecto es adecuada.

La semejanza entre las características del crecimiento descritas por Cruz-Romero *et al*. (1993) y en este trabajo, sugiere que los procesos de reclutamiento y crecimiento de las poblaciones de *C. caballus* se encuentran en equilibrio con la mortalidad (natural y por pesca), de modo que la pesca ribereña sustrae

Tabla 4
Valores de los parámetros de crecimiento y longevidad para distintas especies del género *Caranx*

Especie	*Autor*	*Lugar*	L_∞ *(cm)*	*K*	t_o	$A_{0.95}$	Φ'
Caranx ruber	García-Arteaga y Reshetnikov (1985)	Cuba	56.00	0.100	-1.728	33.42	2.50
Caranx ignobilis	Sudekum *et al*. (1991)	Hawai, EU	183.80	0.100	-0.097	30.06	3.53
Caranx melampygus	Sudekum *et al*. (1991)	Hawai, EU	89.70	0.230	-0.044	13.07	3.27
Caranx caninus	Torres-Aguilar (2002)	Michoacán, México	119.90	0.080	-1.572	39.02	3.06
Caranx caninus	Cruz-Romero *et al*. (1993)	Colima, México	74.41	0.260	-0.250	11.77	3.16
Caranx caninus	Espino-Barr *et al*.**	Colima, México	76.00	0.260	-0.069	11.59	3.18
Caranx bucculentus	Brewer *et al*. (1994)	Australia	53.88	0.305	*	9.82	2.95
Caranx crysos	Goodwin y Johnson (1986)	Norte del Golfo de México, EU	41.20	0.350	-1.17	9.73	2.77
Caranx sexfasciatus	Cruz-Romero *et al*. (1993)	Colima, México	75.58	0.339	-0.063	8.90	3.29
Caranx caballus	Cruz-Romero *et al*. (1993)	Colima, México	51.51	0.335	-0.03	8.97	2.95
Caranx caballus	Este estudio (frecuencia de tallas)	Colima, México	55.38	0.340	-0.008	8.82	3.02
Caranx caballus	Este estudio (otolitos)	Colima, México	52.02	0.362	-0.085	8.20	2.99

* No reportado.
**Véase el trabajo de Espino-Barr *et al*. sobre *Caranx caninus* en este mismo libro.

cantidades que no afectan a la biomasa de la población. Cruz-Romero *et al*. (1993) encontraron que el índice de crecimiento alométrico fue negativo (2.78); sin embargo, en este estudio se obtuvo un valor más próximo a la isometría (2.91), posiblemente porque la diversidad de tallas fue mayor, aunque también es probable que las condiciones ambientales en las que se desarrollaron los organismos evaluados en este trabajo hayan sido más favorables.

En la *tabla 4* se observa la tendencia inversa que presentan los parámetros de crecimiento K (0.08 a 0.26) con respecto a L_∞ y la longevidad de *C. caninus*, *C. ruber*, *C. ignobilis* y *C. melampygus*. *Caranx caballus* pertenece a las especies de menor tamaño que presentan mayor valor del índice K y menor L_∞ y longevidad, como es el caso de *C. crysos* y *C. bucculentus.* Estos parámetros también están relacionados con el hábitat y el nicho de las especies (Nikolsky, 1963). En cuanto a las diferencias en el crecimiento entre los resultados de Cruz-Romero *et al*. (1993) y de este trabajo, se pueden explicar por diversas situaciones que tienen que ver con la población (e.g. presiones inter e intraespecíficas, migraciones), que requieren estudiarse en un área más extensa para tener una mejor idea de los cambios que presenta.

En los periodos de reproducción, disminuye el índice de reservas grasas (IHS), ya que el desgaste corporal del pez es muy grande (Nikolsky, 1963). Asimismo, en las etapas previas al desove o durante este proceso, el índice de repleción gástrica tiende a aumentar como resultado del incremento en la alimentación, lo que favorece la formación de los productos sexuales tanto en calidad, como en cantidad.

Conclusiones

Según el método de análisis de frecuencia de tallas, la longevidad de *C. caballus* es de 8.823 años y su ecuación de crecimiento $L_{tot} = 55.38\ [1- e^{-0.34(t+0.0084)}]$; por el método de lectura de otolitos, su longevidad es de 8.20 años y la ecuación es: $L_{tot} = 52.02\ [1- e^{-0.362(t+0.085)}]$. La similitud de los resultados obtenidos con los dos métodos validó los resultados del análisis de frecuencia de tallas.

El factor de condición aumentó desde abril hasta julio y septiembre, tras un periodo de crecimiento en peso y de maduración gonadal. El índice gonadosomático se incrementó en junio y en octubre, este último fue de mayor magnitud, lo que coincidió con el aumento del índice de repleción gástrica y la disminución del hepatosomático. Estas variaciones sugieren que el desove ocurrió en junio-agosto y octubre-noviembre y el periodo de crecimiento en primavera.

La semejanza de los resultados de este trabajo con el de otras evaluaciones realizadas a esta especie en la misma región, sugiere que la biomasa de la población de *C. caballus* está en equilibrio.

Referencias bibliográficas

ALLEN, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical.* CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.

BREWER, D.T., S.J.M. Blaber, D.A. Milton y J.P. Salini. 1994. Aspects of the biology of *Caranx bucculentus* (Teleostei: Carangidae) from the Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res*., 45(3): 413-427.

BURDEN, R.L. y J.D. Faires, 1985. *Análisis Numérico*. Iberoamérica, México. 620p.

CAMPANA, S.E. y S.R. Thorrold. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Can. J. Fish. Aquat. Sci*., 58: 30-38.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Depto. Pesca, INP, Serie Científica 19, México. 298p.

CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. INFOPESCA. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. FAO/PNUD, SIC/82/2, Roma. 588p.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y R. Macías-Zamora, 1986. Análisis de la captura de escama ribereña del Estado de Colima. Temporada 1980-1985. *Memorias en extenso del VII Congreso Nacional de Oceanografía*. SEPESCA-INP, Ensenada, B.C. pp. 313-322

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1988. Estimación preliminar del índice de rendimiento máximo sostenible para la captura de escama ribereña. *Acta Científica Potosina*, 10(2): 109-123.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería Ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo,* 9: 17-29

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1993. Carángidos: aspectos biológico-pesqueros en el litoral colimense. *Cuad. Mex. Zool*., 1(2): 81-88.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1996a. Estudio de aproximación del rendimiento máximo sostenible de la pesca ribereña en el Estado de Colima. *Ciencia Pesquera,* 12: 30-35

CRUZ-ROMERO, M., E.A. Chávez, E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1996b. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the Eastern Tropical Pacific, En: F. Arreguín-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers.* ICLARM Conf. Proc. 48, México. pp. 324-330.

EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales*. INP, México. 150p.

ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de Doctorado, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecomán. 84p.

ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima*, México. CONABIO, CRIP-Manzanillo INP, Manzanillo. 106p.

Espino-Barr, E., M. Gallardo-Cabello, E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Aspectos biológico pesqueros del jurel* Caranx caninus *Günther, 1868 y del cocinero* Caranx caballus *Günther 1868, en la costa de Colima*. Informe interno. crip-Manzanillo, inp, sagarpa, Manzanillo. 37p.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (ed.). 1995. *Guía Fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. ii y iii, fao, Roma. pp. 644-1813.

Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. uk*, 19: 305-384.

García-Arteaga, J.P. y Y.S. Reshetnikov. 1985. Age and growth of the barjack (*Caranx ruber*) off the coast of Cuba. *J. Ichthyol*., 25: 120-131.

Gayanilo, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1994. *The fao-iclarm Stock Assessment Tools (fisat) User's Guide*. fao Computarized Information Series (Fisheries), 6, Roma, fao. 186p.

Goodwin, J.M. y A.G. Johnson. 1986. Age, growth, and mortality of blue runner, *Caranx crysos* from the northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*, 8(2): 107-114.

Grimes, C.B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management.* Westiew Press, eu. pp. 239-294.

Gulland, J.A. 1964. *Manual of methods of fish population analysis*. fao Fish. Tech. Paper, 40, Roma. 60p.

Joseph, D.C. 1962. Growth characteristics of two Southern California Surffishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. The Resources Agency of California. *Dep. of Fish and Game*. *Fish Bull.,* 119: 1-54.

Longhurst, A.R. y D. Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans.* Academic Press, San Diego. 407p.

Manooch III, C.S. 1987. Age and growth of snappers and groupers. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, eu. pp. 329-373.

Mendenhall, W., 1987. *Introduction to probability and statistics*. pws-Kent Publishing, eu. 884p.

Microsoft, 1992. *Manual de usuario. Referencia de funciones*. Microsoft Excel, eu. 702p.

Nikolsky, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, Londres. 351p.

Pauly, D. 1991. Growth performance in fishes: rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. *iclarm Contribution* 793, 4(3): 3-5.

Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces.* AGT, México. 79p.

Rojas-Herrera, A.A. 2001. *Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco* Lutjanus guttatus *(Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México.* Tesis doctoral, UdeC, Tecomán. 194p.

Safran, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol*., 112: 545-551.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. fao Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.

Sudekum, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke y S. Ralston. 1991. Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. *Fish. Bull*., 89: 493-513.

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil,* 23(3): 366-370.

Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality–the Pacific cockle. *J. Conseil,* 26(1): 177-124.

Torres-Aguilar, M. 2002. *Estudio preliminar de edad y crecimiento del jurel,* Caranx caninus *(Günther, 1867), con base en vértebras y espinas, en las costas de Guerrero y Michoacán.* Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, unam, México. 56p.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía. Biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La Pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos. icmyl, unam, ipn, México. pp. 149-200.

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology,* 10(2): 181-213.

Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.,* 90(2): 141-147.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3a. ed., Prentice Hall, eu. 662p.

Aspectos biológico pesqueros del jurel *Caranx caninus* Günther, 1868, en la costa de Colima

Elaine Espino Barr[*]
Manuel Gallardo Cabello[**]
Esther Guadalupe Cabral Solís[*]
Arturo Garcia Boa[*]
Marcos Puente Gómez[*]

Resumen

Se describen características biológicas, poblacionales y pesqueras del jurel (*Caranx caninus*); ya que aunque esta especie se captura incidentalmente, puede ser un indicador del "estado de salud" de la pesca ribereña de Colima. Con el análisis de las frecuencias de las tallas (N = 1021) se identificaron seis grupos de edad; los parámetros de crecimiento y la longevidad fueron: L_∞ = 104.1 cm; P_∞ = 13 895.99 g; K = 0.18; t_o = -0.067 y $A_{0.95}$ =16.7 años. El crecimiento fue isométrico. En un año muere 47.8% de la población reclutada: 27.5% por causas naturales y 72.4% por pesca. El desove fue mayor en mayo y noviembre, mientras que la alimentación fue más activa en invierno y en la época de lluvias. La captura promedio entre 1982 y 2002 fue de 88 (±67.26) t·año^{-1}, aproximadamente 6% de la captura total. El rendimiento máximo sostenible es de 176.08 t según el modelo de Schaefer y de 119.68 t según el de Fox; el esfuerzo óptimo estimado por cada modelo fue de 15 660 viajes y 15 625 viajes, respectivamente. El rendimiento por recluta (162 g·recluta^{-1}) podría llegar a 770 g·recluta^{-1} retrasando la edad de primera captura de 1.5 a 4.5 años. Los parámetros biológicos sugieren que la población de jurel y la comunidad íctica permanecen estables, aunque no debe incrementarse el esfuerzo pesquero.

Palabras clave: *Caranx caninus,* edad y crecimiento, pesquería, abundancia, estado de la población y de la comunidad.

Introducción

El jurel *Caranx caninus* (Fig. 1) es una especie pelágica y costera que habita desde las costas de California, EU, hasta el norte del Perú (Chirichigno *et al*., 1982). Forma cardúmenes y es de hábitos migratorios; es depredador y se alimenta de peces e invertebrados. Durante su fase juvenil se introduce a las lagunas costeras. (Fischer *et al.*, 1995).

Figura 1
Caranx caninus, Günther, 1868



En el litoral del estado de Colima (México) el jurel se captura durante todo el año, aunque de manera incidental durante la pesca de la sierra (*Scomberomorus sierra*). Es posible obtener esta especie con diversos sistemas de pesca, como la almadraba[1], el chinchorro playero, el curricán, la red agallera y la atarraya. El jurel se considera una especie de tercera clase, por lo que su valor económico es de $8.00 el kilogramo en la playa y $15.00 en el mercado (precio en 2006). No obstante, su importancia radica en su abundancia, ya que la familia Carangidae representa hasta 15% de la captura promedio anual total (Cruz-Romero *et al*., 1993).

Se han realizado algunos estudios sobre la descripción taxonómica (Castro-Aguirre, 1978; Chirichigno *et al*., 1982; Van der Heiden, 1985), aspectos

* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, CP. 28200, México, Tel: 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51; Correos electrónicos: elespino@gmail.com y escama@webtelmex.net.mx
** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-305, CP. 04510, México, DF. Correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx

1. Véase el trabajo de Espino-Barr *et al*. (en este mismo libro) para información sobre los volúmenes capturados en la almadraba que se instala en la Bahía de Santiago (municipio de Manzanillo, Colima).

generales de la pesquería (Ramírez-Granados, 1977; Cruz-Romero *et al*., 1987, 1988, 1989a, 1989b, 1990; Espino-Barr, 2000; Espino-Barr *et al*., 2003, 2004) y la biología de esta especie (Cruz-Romero *et al*., 1993); sin embargo, aún se desconocen muchos aspectos de su ciclo de vida. Por otro lado, aunque la importancia económica del *C. caninus* es pequeña, los cambios en los parámetros biológicos y pesqueros de su población pueden servir como un indicador de las condiciones de la comunidad íctica del litoral del estado de Colima.

Existen varios métodos para describir la dinámica poblacional. Los análisis sobre la edad y el crecimiento son necesarios para comprender las fluctuaciones de la biomasa de las poblaciones en el tiempo y en el espacio (Ehrhardt, 1981). Por otro lado, las variaciones de los índices gonadosomático y de repleción gástrica contribuyen a entender los procesos de crecimiento y maduración gonádica, así como de la dinámica trófica de las poblaciones en estudio (Saucedo-Lozano, 2000).

El índice del factor de condición, que se calcula a partir de la relación peso-longitud, muestra las variaciones en el peso de los organismos durante un ciclo anual (Safran, 1992). Los parámetros de crecimiento, la mortalidad y las relaciones morfométricas se utilizan en modelos matemáticos que estiman el rendimiento con diferentes valores de explotación (Beverton y Holt, 1957; Ehrhardt, 1981; Sparre y Venema, 1995) y proporcionan criterios para el manejo del recurso.

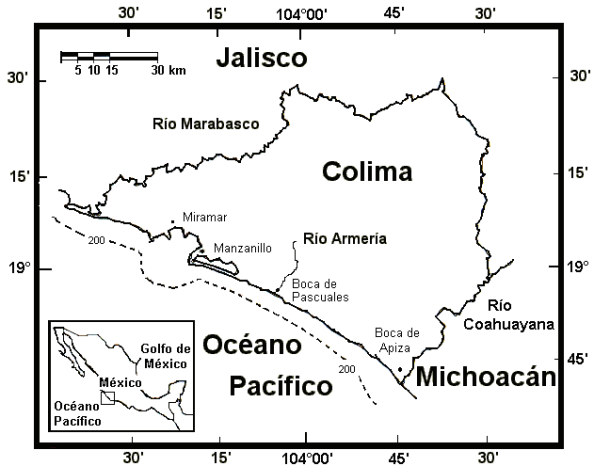
En este trabajo se estimaron las tallas promedio para cada edad, así como los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (1938), la longevidad y la mortalidad (Ricker, 1948; Taylor, 1958 y 1960). También se describen los periodos de reproducción y aquellos en los que la alimentación es más activa, sobre la base de las variaciones de los índices del factor de condición, gonadosomático y de repleción gástrica. Asimismo, se incluye la descripción de algunas características de la pesquería y sugerencias para su regulación con base en el rendimiento por recluta (Beverton y Holt, 1957). El propósito de este trabajo fue incrementar el conocimiento del ciclo de vida de esta especie, describir su papel en la pesca ribereña y comparar los parámetros de crecimiento con los estimados por Cruz-Romero *et al*. (1993) para detectar los cambios en la población y la comunidad.

Métodos y materiales

Parámetros biológicos

Entre enero y diciembre de 2002 se obtuvieron mensualmente 50 ejemplares (N_{total} = 600) de jurel *C. caninus* de la pesca ribereña de Manzanillo (Fig. 2). La mayoría de estos organismos fue capturada con el chinchorro playero. De cada individuo se anotaron la longitud total (L_{tot}), el peso total (P) y eviscerado (Pe), así como el peso de las gónadas (Pg) y del estómago (Pes).

Figura 2
Centros de acopio de la pesquería ribereña de Colima, México



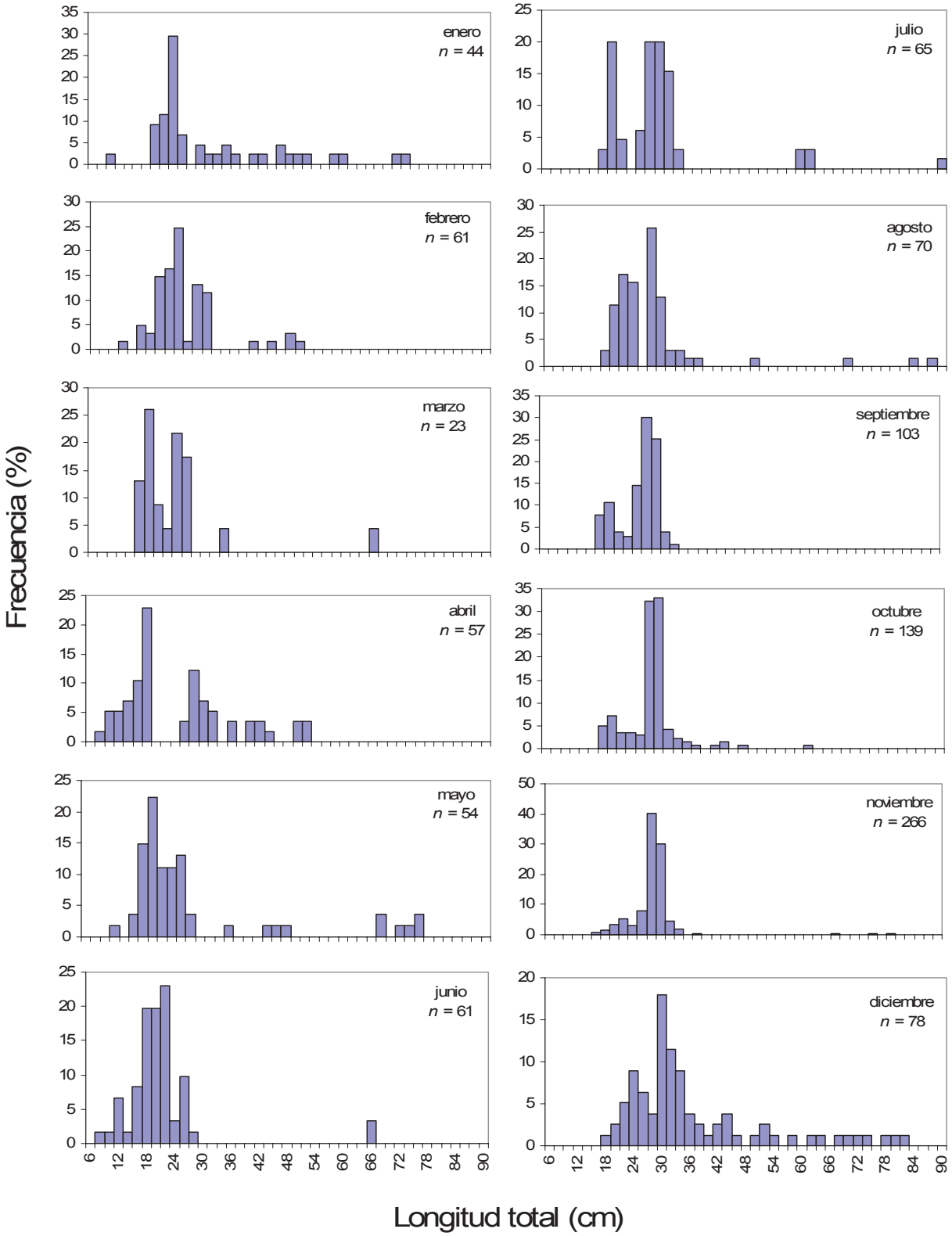
Durante el muestreo también se midieron y pesaron organismos enteros; a partir de los datos obtenidos se elaboraron histogramas de frecuencia de la L_{tot} (Fig. 3), que se analizaron con el programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Análisis), incluido en el FISAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools) (Gayanilo *et al*., 1994) para determinar las tallas promedio para cada grupo de edad (L_t). Posteriormente se calcularon los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (1938):

Ec. 1 $$L_t = L_\infty \ [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde: L_∞ es la longitud infinita, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K es la velocidad a la que la curva alcanza la asíntota y controla la forma de la curva; t_0 es la longitud teórica en la edad 0. Las constantes se ajustaron por medio de iteraciones realizadas por el algoritmo de interpolación de Newton (Burden y Faires, 1985) incluido en la función Solver de Excel (Microsoft, 1992). El parámetro t_0 se generó de la sustitución de K y L_∞ en la fórmula de Gulland (1964):

Ec. 2 $$t_o - t + \frac{1}{K} * \ln \frac{(L_\infty - L_t)}{L_\infty}$$

Figura 3
Histogramas de distribución de frecuencia relativa de tallas (N = 1 021)



Para establecer la relación peso-longitud (P-L) se utilizó la función $P = a L_{tot}^{b}$; la alometría se determinó a partir del análisis del exponente *b* y una prueba de *t-Student*. El peso en cada edad fue calculado a partir de la ecuación de crecimiento en longitud y de la relación P-L_{tot}; sustituyendo L_t y L_∞ por P_t y P_∞, respectivamente en la ecuación de von Bertalanffy (1938). El factor de condición es equivalente a la constante *a* de la relación peso-longitud y se estimó con el peso del organismo entero y eviscerado (Safran, 1992).

La edad límite o longevidad es el lapso de tiempo requerido para alcanzar 95% de la L_∞, y se obtuvo empleando la ecuación de Taylor (1958 y 1960).

Ec. 3 $$A_{0.95} = -\ln (1-0.95) / K + t_0$$

La talla de primera captura es igual al valor de los percentiles de 25% (L_{25}) y 50% (L_{50}) de la distribución de frecuencia acumulada de los organismos con madurez reproductiva. La edad de esas tallas se determinó por sustitución en la ecuación de von Bertalanffy (1938).

La mortalidad (Z) se calculó por el método de la curva de captura linealizada a edades relativas (Ricker, 1948; Pauly, 1984):

Ec. 4 $$\text{Ln } C (t,t+1) = g - Z \cdot t$$

Donde Z = mortalidad total; C = captura para cada intervalo de edad; g = término constante de ordenada al origen.

La mortalidad natural se estimó con la fórmula de Taylor (1960):

Ec. 5 $$M = -\ln (1-0.95) (A_{0.95})^{-1}$$

Mientras que la mortalidad por pesca (F) se obtuvo por la diferencia entre *Z* y *M*, sobre la base de la función Z = F+M. La sobrevivencia (S) se relaciona con la tasa intrínseca de mortalidad total (Z) de la siguiente manera:

Ec. 6 $$S = e^{-Z}$$

El índice gonadosomático (IGS) se determinó de acuerdo con la fórmula descrita por Rodríguez-Gutiérrez (1992):

Ec. 7 $$IGS = [Pg \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

El índice de repleción gástrica (IRG), se calculó de acuerdo con Sierra y Popota (1982) citados en Rojas-Herrera (2001):

Ec. 8 $$IRG = [Pes \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Características de la pesquería

La información sobre la captura de esta especie se extrajo de los avisos de arribo del estado de Colima del periodo 1982–2002, proporcionados por la Oficina de Pesca de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA de ese estado. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se estimó a partir de muestreos realizados mensualmente en cuatro centros de acopio de la costa de Colima (Fig. 2), entre 1982 y 2002. El viaje se utilizó como indicador de la unidad de esfuerzo (González-Becerril *et al*., 2000).

Los modelos de Schaefer (1957) y Fox (1970) se utilizaron para calcular el rendimiento máximo sostenible (RMS) en relación con el esfuerzo óptimo (f_{opt}). El modelo de Schaefer es:

Ec. 9 $$C_i = a \cdot f_i + b \cdot f_i^2$$

Donde: C_i = captura anual en toneladas; f_i = esfuerzo de pesca en miles de viajes anuales; a y b = constantes del modelo lineal:

Ec. 10 $$C_i / f_i = a + b \cdot f_i$$

Donde: C_i / f_i = captura por unidad de esfuerzo (o CPUE) expresada en toneladas, sobre miles de viajes.

El rendimiento máximo sostenible (RMS) y el esfuerzo óptimo (f_{opt}) se determinaron a partir de:

Ec. 11 $$RMS = -0.25 \cdot a^2 / b$$

Ec. 12 $$f_{opt} = -0.5 \cdot a/b$$

El modelo de Fox (1970) es:

Ec. 13 $$C_i = f_i \cdot e^{(c + d \cdot fi)}$$

Donde: C_i = captura anual en toneladas; f_i = esfuerzo de pesca en miles de viajes anuales; c y d = parámetros del modelo:

Ec. 14 $$\ln (C_i / f_i) = c + d \cdot f_i$$

Los valores de RMS y f_{opt} según el modelo de Fox son:

Ec. 15 $$RMS = -(1/d) \cdot e^{(c-1)}$$

Ec. 16 $$f_{opt} = -1/d$$

El rendimiento por recluta (Y/R) se determinó con el modelo de Beverton y Holt (1957):

Ec. 17

$$Y/R = F \cdot e^{-M(Tc-Tr)} \cdot P_{\infty}\left(\frac{1}{Z} - \frac{3 \cdot Si}{Z+K} + \frac{3 \cdot Si^2}{Z+2K} - \frac{Si^3}{Z+3K}\right)$$

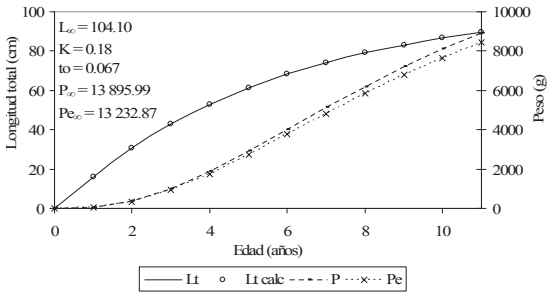
donde: $Si = e^{(-K \bullet Tc - t_0)}$; Tc = edad de primera captura; Tr = edad de reclutamiento al arte de pesca; P_{∞} = peso correspondiente a la longitud asintótica L_{∞}.

Resultados

Crecimiento

Las tallas promedio estimadas para cada grupo de edad de *C. caninus* con el método del ELEFAN (Gayanilo *et al*., 1994) se observan en la *tabla 1*. En el primer año el organismo crece 16.08 cm y alcanza 57 g de peso total y 50 g eviscerado; en ese periodo ocurre el mayor incremento en longitud (Fig. 4), mientras que en los años siguientes el crecimiento disminuye, así, entre la edad uno y dos el incremento es de14.5 cm; de la dos a la tres de 12.11 cm, de la tres a la cuatro de 10.12 cm, de la edad cuatro a la cinco de 8.45 cm y de la cinco a la seis de 7.06 centímetros.

Figura 4
Curva de crecimiento teórico en longitud total (Lt), peso total (Pt) y peso eviscerado (Pe) de *C. caninus*



La *tabla 1* presenta los valores del crecimiento teórico en peso total y eviscerado, para cada edad. Por otro lado, el tipo de crecimiento fue isométrico, ya que el coeficiente de alometría con el peso entero (b = 2.944; $t = 0.561 < t_{0.05(2)897}$) y eviscerado (b = 2.985; $t = 0.875 < t_{0.05(2)686}$), no fue significativamente diferente de tres (Fig. 5).

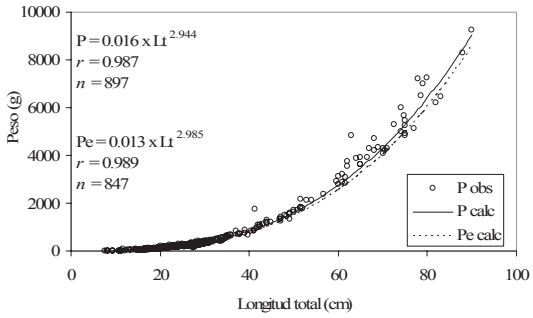
Longevidad (Edad $A_{0.95}$). La edad teórica a la que el pez alcanza 95% de la longitud infinita (L_{∞}) es de 16.7 años. En la *tabla 2* se proporcionan los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy y las tallas promedio para cada edad de varias especies del género *Caranx*, así como su longevidad, estimada con el método de Taylor (1958 y 1960). Las especies de mayor talla son más longevas (Polovina y Ralston, 1987). En este trabajo se encontró un valor medio entre el de Torres-Aguilar (2002) y el de Cruz-Romero *et al.* (1993), debido a que los métodos de evaluación son sensibles a las características de la muestra (Espino-Barr, 2000). Se utilizaron organismos con tallas de ocho a 90 cm (Fig. 3), mientras que Cruz-Romero *et al*. (1993) analizaron peces de 13 a 84 centímetros.

Tabla 1
Longitud total promedio (cm) y peso total y eviscerado (g) para cada grupo de edad (años) de *C. caninus*

Edad	*Longitud total (cm)* *	*Peso total (g)*	*Peso eviscerado (g)*
1	16.08	57	50
2	30.58	377	342
3	42.69	1 008	925
4	52.81	1 885	1 746
5	61.26	2 918	2 719
6	68.32	4 022	3 765
7	74.21	5 131	4 819
8	79.14	6 201	5 839
9	83.25	7 197	6 791
10	86.69	8 108	7 664
11	89.56	8 924	8 446

* Resultados del análisis con FISAT (Gayanilo *et al.*, 1994), ajustados con Solver (Microsoft, 1992)

Figura 5
Relación entre la longitud total (Lt) y el peso total (Pt) y el peso eviscerado (Pe) de *C. caninus*



Mortalidad. La mortalidad total (Z = 0.65) y la sobrevivencia (S = 0.522), indican que en un año muere 47.80% de la población reclutada: 27.58% por causas naturales (M = 0.179) y 72.42% por pesca (F = 0.471).

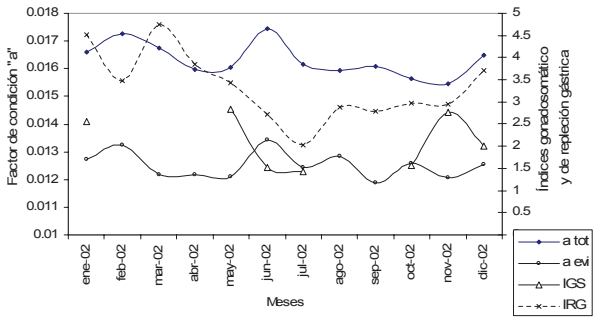
Índices biológicos. En la figura 6 se presentan los valores mensuales del factor de condición (a) y de los índices gonadosomático (IGS) y de repleción gástrica (IRG). Estos indicadores muestran que los periodos en que el desove fue más abundante ocurrieron después de los máximos del IGS, en mayo y noviembre. Durante el segundo trimestre del año las tendencias del IRG y el factor de condición fueron negativas, mientras

Tabla 2
Parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy y tallas promedio para cada edad de varias especies del género *Caranx*

Autor	García-Arteaga y Reshetnikov (1985)	Goodwin y Johnson (1986)	Sudekum *et al.* (1991)	Sudekum *et al.* (1991)	Cruz-Romero *et al.* (1993)	Cruz-Romero *et al.* (1993)	Gallardo-Cabello *et al.* *	Cruz-Romero *et al.* (1993)	Torres-Aguilar (2002)	Este trabajo
Lugar	Cuba	Norte del Golfo, EU	Hawaii, EU	Hawaii, EU	Colima, México	Colima, México	Colima, México	Colima, México	Michoacán, México	Colima, México
Especie	*C. ruber*	*C. crysos*	*C. ignobilis*	*C. melampygus*	*C. sexfasciatus*	*C. caballus*	*C. caballus*	*C. caninus*	*C. caninus*	*C. caninus*
L_∞ (cm)	56.00	41.20	183.80	89.70	75.58	51.51	55.38	74.41	111.90	104.10
K	0.100	0.350	0.100	0.230	0.339	0.335	0.340	0.260	0.080	0.180
t_o	-1.728	-1.170	0.097	0.044	0.063	0.030	0.008	0.250	-1.572	0.067
$A_{0.95}$	29.96	8.56	29.96	13.03	8.84	8.94	8.81	11.52	37.45	16.70
Edad								*		
1	13.37	21.92	15.87	17.71	20.57	14.29	15.85	13.18	20.81	16.08
2	17.43	27.62	31.85	32.50	36.39	24.89	27.24	27.20	27.81	30.58
3	21.10	31.63	46.31	44.25	47.65	32.46	35.35	38.01	34.28	42.69
4	24.42	34.45	59.39	53.59	55.68	37.89	41.13	46.34	40.25	52.81
5	27.42	36.45	71.23	61.01	61.40	41.76	45.23	52.77	45.76	61.26
6	30.14	37.85	81.95	66.90	65.48	44.54	48.16	57.72	50.84	68.32
7	32.60	38.84	91.64	71.59	68.38	46.52	50.24	61.54	55.54	74.21
8	34.83	39.54	100.41	75.31	70.45	47.94	51.72	64.49	59.87	79.14
9	36.85	40.03	108.34	78.27	71.93	48.96	52.78	66.76	63.87	83.25
10	38.67		115.52	80.62				68.51	67.56	86.69
11	40.32		122.02	82.48				69.86	70.97	89.56
12	41.81		127.90	83.96				70.90	74.12	
13	43.16		133.22	85.14					77.02	
14	44.38		138.03						79.70	
15	45.49		142.39						82.18	

* Véase las características del crecimiento de *C. caballus* en este mismo libro.

Figura 6
Valores mensuales de los índices del factor de condición (a_{tot} = peso total y a_{evi} = eviscerado), del gonadosomático de hembras (IGS) y de repleción gástrica (IRG)



que durante el segundo semestre la tendencia del IRG fue positiva.

La pesquería. La producción promedio durante el período 1980-2002 fue de 88 (±67.26) toneladas (Fig. 7), con grandes fluctuaciones a lo largo de los años y un esfuerzo pesquero variable entre mil y 40 mil viajes por año. El volumen pescado de jurel corresponde aproximadamente a 6% (entre uno y 12%) de la captura total en la costa de Colima, la que a su vez representa 3.5% del total de la costa del Pacífico mexicano (SAGARPA, 2003).

Los valores promedio mensuales de la producción y la CPUE varían poco a lo largo del año, aunque la captura aumenta de septiembre a enero (Fig. 8a) y la CPUE de marzo a abril, así como en septiembre (Fig. 8b). Este gráfico (Fig. 8b) muestra valores negativos, resultado de la variabilidad de la producción, ya que esta especie forma parte de la captura incidental y no es objetivo.

Figura 7
Captura (t) y esfuerzo relativo (número de viajes) de *C. caninus* en la pesca ribereña de Colima, de 1980 a 2002

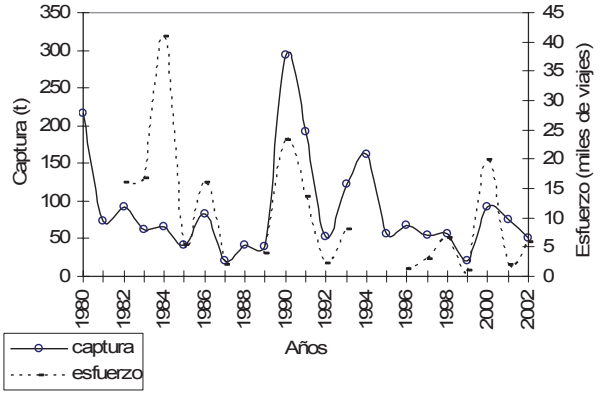
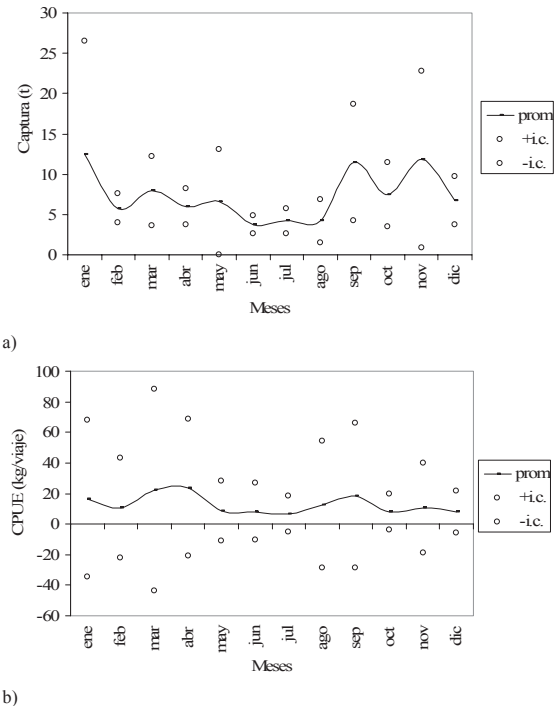


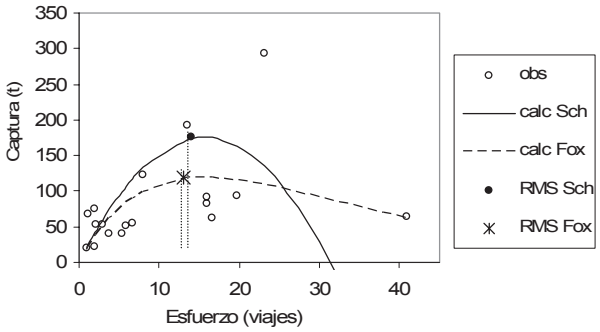
Figura 8
Valores promedio e intervalo de confianza de a) la captura (t) y b) la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mensuales de *C. caninus*



Fuente: a) Oficina de Pesca del estado de Colima de 1982 a 2002 (N = 275) y b) muestreos en zonas de acopio de 1982 a 2002 (N = 572).

El rendimiento máximo sostenible según Schaefer es de 176.083 toneladas anuales con un esfuerzo óptimo de 15 660 viajes y, según Fox, de 119.680 t con 15 625 viajes. Esto muestra que la pesquería alcanzará en algunos años el valor máximo de captura sugerido por los modelos, por lo que es recomendable no incrementar el esfuerzo pesquero (Fig. 9).

Figura 9
Ajuste de los métodos de Schaefer (calc Sch) y Fox (calc Fox) a los datos de captura y esfuerzo del jurel *C. caninus*, de 1983 a 2002



Rendimiento por recluta. Los resultados del análisis de rendimiento por recluta indican que la mortalidad por pesca (F = 0.471) es mayor a la F_{max} = 0.2 (Fig. 10), por lo que el esfuerzo debe disminuir y la edad de primera captura debe aumentar.

La *figura 11* muestra que en 2002 se pescaban organismos de 1.5 años, de modo que el rendimiento era pequeño (L_{tot} = 23.6 cm y P = 162 g). En esa misma figura se observa que con el mismo esfuerzo pesquero, pero retrasando la edad de primera captura a 4.5 años, sería posible obtener un rendimiento de 770 g·recluta^{-1} (L_{tot} = 53 cm).

Figura 10
Rendimiento por recluta del jurel *C. caninus* de la costa de Colima, en 2002

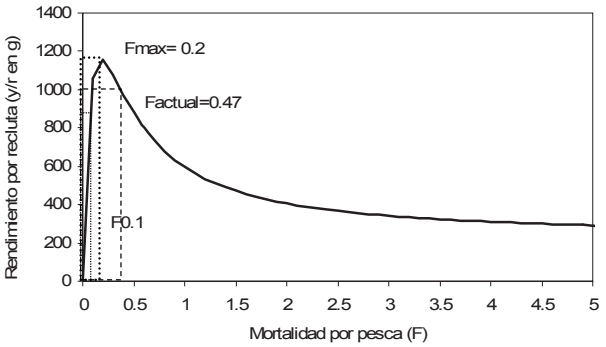
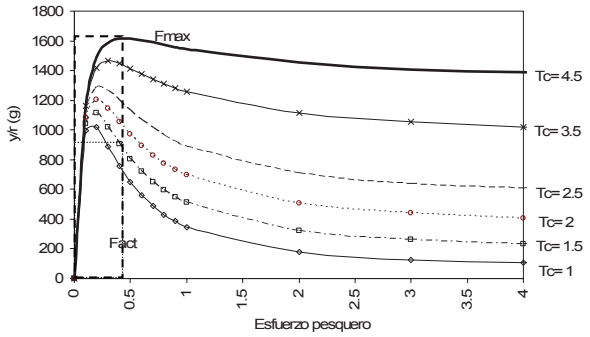


Figura 11
Simulación del rendimiento por recluta (Y/R), variando la talla de primera captura (Tc) con datos de la jurel de la costa de Colima, 2002



Discusión y Conclusiones

Ciclo de vida

Las variaciones del IGS junto con las del factor de condición (*a*) y de repleción gástrica (IRG) muestran que los principales periodos de desove ocurren en mayo y noviembre; en esos meses, *a* y el IRG disminuyen, porque durante la freza el desgaste corporal es muy grande. Por el contrario, los valores máximos del IRG se presentan durante las temporadas en las que la alimentación es más activa, lo que ocurre principalmente durante el invierno, cuando la productividad de la región es elevada como resultado de los afloramientos de agua subsuperficial que se producen en la costa de Colima, y durante la época de lluvias (mayo a julio).

La actividad reproductiva del jurel difiere de la del cocinero *C. caballus*, cuyos meses de reproducción son junio y octubre (véase el trabajo de Gallardo-Cabello *et al*. en este libro). El desfase existente entre las temporadas reproductivas de las dos especies puede ser una forma de evitar la competencia entre ellas (Ibáñez-Aguirre, 1995; Rojas-Herrera, 2001). Estas dos especies difieren principalmente en el tamaño, ya que tienen características y comportamientos muy similares. Desde el punto de vista pesquero se capturan de la misma manera.

La longevidad es un valor teórico (Taylor, 1958) que se estima a partir de la fórmula de von Bertalanffy (Taylor, 1960); la información obtenida del jurel y otras especies de carángidos indican que su longevidad supera los ocho años. En Colima se encontraron valores de 11.5 y 16.7 años (Cruz-Romero *et al*., 1993 y este trabajo), mientras que en Guerrero y Michoacán (Torres-Aguilar, 2002) de 37 años, dato que es muy elevado para un pelágico costero. Esta especie, así como las poblaciones de *C. caninus* de Michoacán (Torres-Aguilar, 2002), *C. ruber, C. ignobilis* y *C. melampygus* se encuentran entre los carángidos más longevos.

Los resultados de la comparación de los parámetros de crecimiento de diferentes especies del género *Caranx* (Tabla 2) muestran que cuando el valor del índice *K* (0.26 a 0.35) es más grande, la pendiente de la curva es más pronunciada y la L_∞ se alcanza con mayor rapidez, como ocurre en *C. crysos*, que crece 21.92 cm en el primer año, como una estrategia para sobrevivir a la depredación (Margalef, 1980).

Características de la población y la comunidad

La elevada presión pesquera modifica la estructura de las poblaciones y de las comunidades. Los cambios significativos en las tallas promedios de cada edad y de los parámetros de crecimiento a lo largo del tiempo, son síntomas de la sobreexplotación de las poblaciones (Espino-Barr, 2000); mientras que las variaciones en la proporción que representa la captura de esta especie indican las modificaciones que sufre la comunidad de peces (Bundy y Pauly, 2001; Arreguín-Sánchez, 2006).

Las tallas estimadas para cada edad fueron ligeramente más elevadas que las calculadas en otros dos trabajos realizados sobre esta especie (Tabla 2), en los que se utilizaron el análisis de frecuencia de tallas (Cruz-Romero *et al*., 1993) y el reconocimiento de anillos de crecimiento en las vértebras y las espinas (Torres-Aguilar, 2002); puesto que los métodos indirectos para calcular los parámetros de edad y crecimiento deben ser validados con técnicas directas (Joseph, 1962), y que las diferencias no fueron significativas en las primeras tres edades, a las que correspondió la mayoría de los organismos, es posible concluir que el método aplicado en este estudio describe adecuadamente el crecimiento.

Por otro lado, los parámetros de crecimiento estimados en este trabajo fueron más elevados que los reportados por Cruz-Romero *et al*. (1993), porque los individuos analizados eran de mayor tamaño, pero dado que no ha habido cambios en los artes empleados en su captura, es posible suponer que las poblaciones se han mantenido estables a pesar de las fluctuaciones ambientales y la extracción pesquera.

El índice de crecimiento alométrico encontrado por Cruz-Romero *et al.* (1993) fue menor a tres (b = 2.28), mientras que en este trabajo no fue significativamente diferente de ese valor. Este índice tiene cambios intra-anuales e interanuales, ya que depende en gran medida de la relación del organismo con su medio (Espino-Barr, 2000) y es inversamente proporcional al factor de condición (Safran, 1992). Es probable que el valor del índice obtenido en este trabajo

sea consecuencia de condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de los organismos que las prevalecientes hace poco más de una década.

Otros elementos que permiten plantear esta hipótesis son la "reducción" del parámetro *K*, así como de *Z* y *F*, detectadas al comparar los resultados de Cruz-Romero *et al*. (1993) y este trabajo. El parámetro *Z* disminuyó de 0.79 a 0.65 y *M* se mantuvo en 0.24. Por otro lado, el rendimiento por recluta, estimado con el modelo de Beverton y Holt (1957), destaca la importancia de proteger a los individuos de tallas pequeñas con el propósito de incrementar la captura.

Las diferencias del parámetro *K* reportado por Cruz-Romero *et al*. (1993), y en este trabajo, tal vez también indiquen variaciones en las presiones inter e intraespecíficas, que deberán ser estudiadas con mayor detalle para obtener mejores indicadores del estado de las poblaciones que componen la pesquería ribereña de Colima.

La producción de esta especie en el litoral colimense varía de un año a otro, de manera proporcional a la captura total, como otras muchas especies de la pesca ribereña, (Cruz-Romero *et al*., 1995; Espino-Barr, 2000). Por otro lado, las variaciones de la CPUE muestran que hay dos periodos en los que *C. caninus* es más abundante: primavera (marzo y abril); y otoño (septiembre). Esta especie es migratoria (Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al*., 1995), por lo que su abundancia a lo largo del año está relacionada con el desplazamiento de los cardúmenes. Por otro lado, los cambios en la producción a lo largo de la serie de tiempo es probable que también reflejen esos movimientos.

El análisis del rendimiento máximo sostenible por los métodos de Schaefer (1957) y Fox (1970), aunque podría considerarse como un ejercicio exploratorio (Larkin, 1977), muestra que en algunos años se han pescado cantidades similares (1993-1994) e incluso muy superiores de las máximas recomendables (1990), mientras que en otros se podría haber capturado un mayor volumen (2001-2002). Es probable que las variaciones en los parámetros de crecimiento y mortalidad sean resultado de los cambios en la intensidad del esfuerzo aplicado entre 1990 y 2002. La evaluación de Cruz- Romero *et al.* (1993) se llevó a cabo en los primeros años de la década de los noventa, después de un periodo en que el esfuerzo fue intenso y cuando las condiciones ambientales correspondieron a un evento El Niño, que disminuyó la productividad en el Pacífico (Blackburn, 1956; Laevastu, 1995), mientras que para el muestreo correspondiente a este trabajo las condiciones fueron casi normales. Esto indica que es necesario analizar la productividad costera para contar con elementos que permitan explicar estos cambios.

Los análisis biológico-pesqueros de las especies de segunda categoría comercial, como es el caso del jurel, forman parte del gran análisis de la pesquería ribereña y del estudio de la comunidad íctica costera. Cabe señalar que aunque esta especie se captura incidentalmente, su presencia puede ser un indicador de la salud de la pesca ribereña en Colima; la serie de tiempo muestra que el porcentaje de la familia Carangidae representa 18% (±6%) de la producción total y de jurel es de aproximadamente 6%. Puesto que esta proporción no se ha modificado sustancialmente en el periodo analizado, indica que se ha mantenido el equilibrio entre las diferentes poblaciones de peces explotadas por la pesca ribereña.

Referencias bibliográficas

ALLEN, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.

ARREGUIN-SÁNCHEZ, F. 2006. Pesquerías de México. En: P. Guzmán-Amaya y D. Fuentes-Castellanos (eds.). *Pesca, Acuacultura e Investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados, México. pp. 13-36.

BEVERTON, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish), 19:*533p.

BLACKBURN, M. 1956. Real and apparent changes in size of marine animal populations during the australian fisheries investigations. *J. Du Conseil Intern. pour l'Exploration de la Mer,* 21(3): 284-295.

BUNDY, A. y D. Pauly. 2001. Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines. *Fish. Res*., 53: 263-281.

BURDEN, R.L. y J.D. Faires. 1985. *Análisis Numérico*. Iberoamérica, México. 620p.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. Depto. Pesca, INP, México. 298p.

CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. INFOPESCA. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. FAO/PNUD, SIC/82/2, Roma. 588p.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1988. Estimación preliminar del índice de rendimiento máximo sostenible para la captura de escama ribereña. *Acta Científica Potosina*, 10(2): 109-123.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989a. Lista de peces del litoral Colimense. INP-SEPESCA, *Serie: Documentos de Trabajo Año*, 1(9): 1-21.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del estado de Colima, 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo,* 9: 17-29.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1990. *Evaluación del potencial de la pesca ribereña del estado de Colima*.

Informe Técnico. CRIP-Manzanillo, INP-SEPESCA, Manzanillo. 20p.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1993. Carángidos: aspectos biológico-pesqueros en el litoral colimense. *Cuad. Mex. Zool*., 1(2): 81-88.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y R. Macías-Zamora, 1987. Análisis de la captura de escama ribereña del estado de Colima. Temporada 1980-1985. *Memorias en extenso del VII Congreso Nacional de Oceanografía.* UABC, SEPESCA-INP, Ensenada, BC. pp. 313-322.

EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1ª Parte. Estimación de parámetros poblacionales.* INP, México. 150p.

ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de Doctorado, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecomán. 84p.

ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. García-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México.* SAGARPA-INP, México. 145p.

ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México.* CONABIO, CRIP-Manzanillo, INP, Manzanillo. 106p.

FISCHER, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III, FAO, Roma. pp. 644-1813.

FOX, W.W. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc*., 99: 80-88.

GARCÍA-ARTEAGA, J.P. y Y.S. Reshetnikov. 1985. Age and growth of the bar jack (*Caranx ruber*) off the coast of Cuba. *J. Ichthyol*., 25: 120-131.

GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1994. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide.* FAO Computarized Information Series (Fisheries) 6, Roma, FAO. 186p.

GONZÁLEZ-BECERRIL, A., E. Espino-Barr, M. Cruz-Romero y A. Ruiz-Luna. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas,* 26(1): 113-124.

GOODWIN, J.M. y A.G. Johnson. 1986. Age, growth, and mortality of blue runner, *Caranx crysos* form the northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science,* 8(2): 107-114.

GULLAND, J.A. 1964. Manual of methods of fish population analysis. FAO Fish. Tech. Paper. 40, Roma. 60p.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. 1995. *Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de* Mugil cephalus *(Linneo, 1758) y* M. curema *(1836) (Pisces: Mugilidae) en la laguna de Tamiahua, Veracruz*. Tesis doctoral, UNAM, México. 216p.

JOSEPH, D.C. 1962. Growth characteristics of two southern California surffishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. *Calif. Dep. Fish Game*, *Fish Bull*., 119: 1-54.

LAEVASTU, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries*. John Wiley & Sons, Nueva York. 204p.

LARKIN, P.A. 1977. An epitaph for the concept of maximum sustained yield. *Trans. Am. Fish. Soc*., 106(1): 1-11.

MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Planeta, España. 252p.

MICROSOFT. 1992. *Manual de usuario*. Referencia de funciones. Microsoft Excel, EU. 702p.

PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev*.8, Philippines. 344p.

POLOVINA, J.J. y S. Ralston. 1987. *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management.* Westview Press Boulder, Londres. 659p.

RAMÍREZ-GRANADOS, R. 1977. *Estudio de la factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Col*. Depto. Pesca, México. 338p.

RICKER, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ.* (*Sci. Ser.)* 15: 101p.

RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT, México. 79p.

ROJAS-HERRERA, A.A. 2001. *Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco* Lutjanus guttatus *(Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México.* Tesis doctoral, UdeC, Tecomán. 194p.

SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles*. Mar. Biol.,* 112: 545-551.

SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002.* Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.

SAUCEDO-LOZANO, M. 2000. *Alimentación natural de juveniles de* Lutjanus peru *(Nichols y Murphy, 1922) y* Lutjanus guttatus *(Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Maestría, PICP, UdeC., Tecomán. 68p.

SCHAEFER, M.B. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean*. Inter-American Tropical Tuna Commision Bull.,* 2(6): 245-285.

SPARRE, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales.* Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.

SUDEKUM, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke y S. Ralston, 1991. Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. *Fish. Bull.,* 89: 493-513.

TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil,* 23(3): 366-370.

TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality–the Pacific cockle. *J. Conseil,* 26(1): 177-124.

TORRES-AGUILAR., M. 2002. *Estudio preliminar de edad y crecimiento del jurel,* Caranx caninus *(Günther, 1867), con base en vértebras y espinas, en las costas de Guerrero y Michoacán*. Tesis de Maestría, UNAM, México. 56p.

VAN DER HEIDEN, A.M., 1985. Taxonomía. Biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos. ICMYL, UNAM, IPN. pp. 149-200.

VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology,* 10(2): 181-213.

Dinámica poblacional de la lisa *Mugil curema* (Valenciennes, 1836), en la laguna de Cuyutlán,Colima

Esther Guadalupe Cabral Solís[*]
Elaine Espino Barr[*]
Manuel Gallardo Cabello[**]
Ana Laura Ibáñez Aguirre[***]

Resumen

Con el fin de obtener información que ayude en la evaluación de la pesquería de tipo artesanal en la Laguna de Cuyutlán, se estudió la dinámica de la población de la lisa *Mugil curema*. Para ello se determinaron la edad y el crecimiento a partir del método de lectura de escamas; se identificaron seis grupos de edad y se obtuvo una ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para todos los individuos: L_{∞} = 364.7 mm, P_{∞} = 456.61 g, K = 0.219, t_0 = -1.557, y la longevidad ($A_{0.95}$) de15 años. Las hembras fueron más grandes y longevas. Los parámetros de crecimiento de esta población difirieron de los de otras localidades probablemente por las condiciones del medio en que habitan. También se estimaron la mortalidad, la sobrevivencia y la tasa de explotación a partir de la información de los muestreos. Los resultados fueron: Z = 0.80, M = 0.20, F = 0.60, S = 0.449, E = 0.75, que indican que la lisa de la laguna de Cuyutlán está sobreexplotada, mientras que el volumen de las capturas obtenidas entre 1988 y 2000 mostró que la producción va en declive. Es necesario tomar medidas para que la población se recupere.

Palabras clave: *Mugil curema*, edad, escamas, validación de la edad, ecuación de von Bertalanffy, crecimiento, longevidad, mortalidad, tasa de explotación.

Introducción

Mugil curema (Cuvier y Valenciennes, 1836) (Fig. 1) se distribuye desde Cabo Cod, Estados Unidos a Brasil en el Atlántico y de Bahía Magdalena, México a Chile en el Pacífico (Jordan y Everman, 1896). Esta especie, conocida comúnmente como lisa, liseta o lebrancha, es una importante fuente de alimento en varios países y es consumida tradicionalmente en México, tanto en las costas del Golfo de México como en la del Pacífico, por lo que hay registros estadísticos continuos sobre su producción. En 1997 la captura de lisa *Mugil curema* fue de 10 737 t, de las cuales el litoral del Pacífico aportó 31% (3 326 t) y el área del Golfo de México y el Caribe 70.41% (7 025 t), y el estado de Colima sólo 4.7% (SAGARPA, 2003). Los pocos estudios que se han realizado sobre esta especie se han enfocado en su ecología y la dinámica de sus poblaciones (Angell, 1973; Richards y Castagna, 1976; Álvarez-Lajonchere, 1976, 1979, 1981; Phillips *et al*., 1989; Pérez-García e Ibáñez-Aguirre, 1992; Ibáñez-Aguirre y Lleonart, 1996; Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996 a, b, c; Ibáñez-Aguirre *et al*., 1999). Los individuos de esta especie viven normalmente en lagunas costeras en condiciones que varían desde salobres hasta hipersalinas, aunque migran al mar para reproducirse.

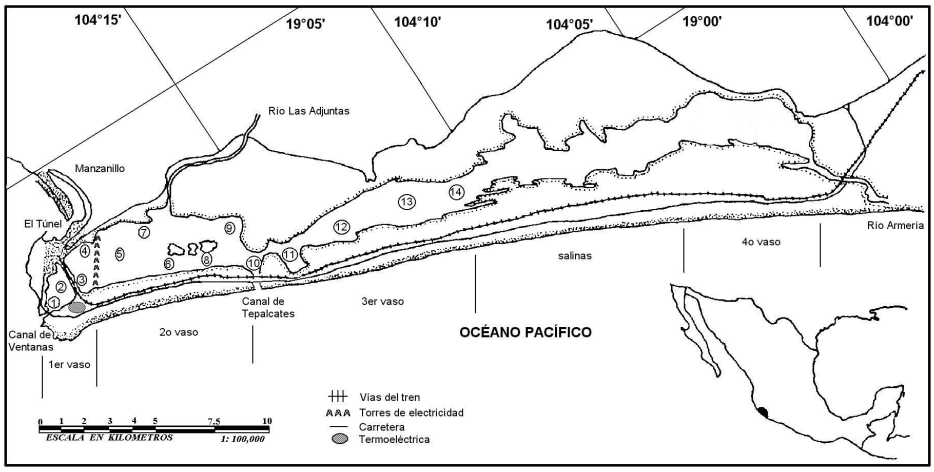
Figura 1
Mugil curema (Valenciennes, 1836)



La captura de esta especie en el Pacífico representó entre 30 y 50% de la producción nacional entre 1982 y 1997 (SEMARNAP, 1998). En la laguna de Cuyutlán, Colima, se obtiene aproximadamente de 0.29 a 2.55% de la producción del Pacífico de *Mugil* spp. (SEMARNAP, 1998); sin embargo, aunque esta cantidad es muy pequeña y su precio es bajo, su extracción es

* CRIP-Manzanillo, INP. Correo electrónico: teltal@hotmail.com, elespino@gmail.com
** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx
*** Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Correo electrónico: ana@xanum.uam.mx

Figura 2
Mapa de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Se presentan los cuatro vasos que forman el cuerpo de agua



una actividad importante para los pescadores ribereños de la laguna.

Mugil curema es capturada con red agallera y atarraya, cuya abertura de luz de malla es de 2¼ y 2½ pulgadas, para cumplir con su regulación (NOM-016-PESC-1994 citada en el DOF, 2006). La pesca se desarrolla desde embarcaciones menores provistas con motor fuera de borda, construidas de madera o fibra de vidrio, de cinco a seis metros de eslora por 1.20 m de manga. Cuando se utiliza la atarraya, se trabaja a pie de playa (Cabral-Solís, 1999).

La laguna de Cuyutlán está ubicada al sur del Puerto de Manzanillo y ha sufrido varias modificaciones para adecuarla al desarrollo urbano e industrial del puerto (Cabral-Solís *et al*., 2002; Cabral-Solís y Espino-Barr, 2004), que a su vez han influido en la comunidad de peces. Otro elemento que afecta la estructura de las poblaciones es la pesca ilegal, ya sea por el uso de redes de luz de malla no reglamentaria o por quebrantar los periodos de veda

Las características poblacionales, tales como la estructura de edades, el crecimiento y la mortalidad, permiten evaluar el estado en que se encuentra una especie en un sitio específico (Gulland, 1983; Sparre y Venema, 1995). Uno de los métodos más utilizados para la determinación de la edad consiste en la identificación de anillos en las escamas (Heald y Griffiths, 1967; Ehrhardt, 1981; Lagler y Bardach, 1984), ya que éstos corresponden a periodos de crecimiento rápido y lento, relacionados con la disponibilidad del alimento, la reproducción y las migraciones (Joseph, 1962; Heald y Griffiths, 1967; Beamish y McFarlane, 1983; Casselman, 1983; Jearld, 1983). Es importante mencionar que esta especie es catádroma, por lo que durante los muestreos no se obtuvieron individuos de todos los grupos de edad.

Este estudio analiza las características morfológicas y morfométricas de las escamas de *Mugil curema* y determina el tiempo de formación de las bandas de crecimiento, la relación edad-longitud, las características del crecimiento en longitud, peso, por sexos y la longevidad. Asimismo, se estima la mortalidad y se presentan algunas características de la pesquería, con la finalidad de obtener información necesaria en la evaluación de la pesquería y poder dictaminar acerca del uso del recurso y diseñar las bases para su manejo.

Métodos y materiales

Los ejemplares se obtuvieron de las capturas comerciales realizadas en la laguna de Cuyutlán (Fig. 2), ubicada entre las coordenadas 103°57' y 104°19'O y 18°57' y 19°50'N. El arte de pesca empleado para la recolecta de organismos fue una red agallera de 2½ pulgadas (6.35 cm) de abertura de malla. Las recolectas se realizaron mensualmente entre marzo de 1997 y febrero de 1998. Se midió la longitud total (L_{tot}) y se determinó el peso total (P) y el eviscerado (Pe) de cada individuo; asimismo, se extrajeron 15 escamas, en promedio, del área ubicada detrás de la aleta pectoral y debajo de la línea lateral (Ruiz-Durá *et al*., 1970; Holden y Raitt, 1975; Ehrhardt, 1981).

Las escamas se procesaron con el método de Holden y Raitt (1975), posteriormente se midió su largo (L_{esc}) y su ancho (A_{esc}) con la ayuda de un microproyector Ken-A-Vision, modelo Tech A-II, con un objetivo de 16 mm para amplificar su tamaño 30 veces.

Las medidas obtenidas de la escama proyectada se transformaron a los valores originales. El conteo de anillos de crecimiento fue realizado de manera independiente por dos personas para evitar el sesgo de los resultados. La longitud a las edades "0" y "1" se estimó con la ecuación de Lee (Heald y Griffiths, 1967) ya que estos individuos comúnmente no son capturados por los pescadores. Los anillos se validaron por medio del análisis del incremento marginal mensual en las escamas; en este proceso se emplearon los datos de todos los individuos con la finalidad de estimar la periodicidad de la marca de crecimiento. Se aplicaron análisis de varianza (ANDEVA) para identificar el valor mínimo (y significativamente diferente), que señala el momento en el que se empieza a formar el anillo anual.

La relación peso-longitud del organismo se analizó por el método de regresión, con la función $P = a L_{tot}^{b}$, donde *P* es peso y L_{tot} la longitud total. Las constantes de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938), L_∞, *K* y t_o se calcularon combinando los métodos de Ford (1933), Walford (1946), Beverton (1954), Tomlinson y Abramson (1961), Gulland (1964), Allen (1966) y Prager *et al.* (1987), para comparar los resultados y obtener el de mejor ajuste. El crecimiento fue para cada sexo y los valores estimados se evaluaron por la suma de las diferencias al cuadrado (Σe_i^2).

Los datos del crecimiento en longitud y la relación peso-longitud fueron empleados para obtener el peso en cada edad. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo L_t y L_∞ por P_t y P_∞, respectivamente, en la ecuación de von Bertalanffy. La ecuación de Taylor (1958 y 1960) se utilizó para calcular la edad límite o longevidad (95% de la L_∞).

La mortalidad total (Z) se calculó a partir del método de curva de captura linealizada de los datos de muestreo, basada en la composición por edad (Ricker, 1948 y 1975; Ehrhardt, 1981; Sparre y Venema, 1995):

Ec. 1 $$\text{Ln } C(t,t+1) = g - Z \cdot t$$

Donde: Z = mortalidad total; C =captura para cada intervalo de edad; g = ordenada al origen.

La mortalidad natural (M) se calculó por el método de Taylor (1958, 1960), que supone que en condiciones naturales los peces crecen hasta 95% de su longitud asintótica L_∞ y que la longevidad de la especie es indirectamente proporcional a *M*, así como al número de individuos presentes en el tiempo (t). Si se considera la longevidad del pez como la edad límite ($A_{0.95}$), o sea el tiempo requerido para alcanzar 95% de la longitud asintótica L_∞, y la tasa de crecimiento como *K*, se expresa como:

Ec. 2 $$A_{0.95} = -\ln(1-0.95)/K + to$$

y la mortalidad natural como:

Ec. 3 $$M = -\ln(1-0.95)/A_{0.95}$$

y por ende la mortalidad por pesca,

Ec. 4 $$F = Z - M$$

La relación entre la sobrevivencia (S) y la tasa intrínseca de mortalidad total (Z) es:

Ec. 5 $$S = e^{-Z}$$

La tasa de explotación (E) se estima como: E = F/Z. Según Gulland (1983), el punto de referencia límite ($E_{0.5}$) es aquel en que se extrae 50% de la biomasa existente; la tasa óptima es $E_{0.33}$, donde la F = M (Gulland, 1964) y puede ayudar a determinar la intensidad con la que se explota el recurso (sobre o sub pesca).

Los datos de la captura mensual de *M. curema* de la laguna de Cuyutlán se obtuvieron de los Avisos de Arribo de la captura que los pescadores presentan a la Oficina de Pesca de Manzanillo y son el primer registro de la actividad.

Resultados

Durante los muestreos se recolectaron 548 organismos: 60.28% hembras y 37.82% machos. Las clases de tallas presentaron un intervalo de 70 a 320 mm y el peso de 3.43 a 318.64 gramos.

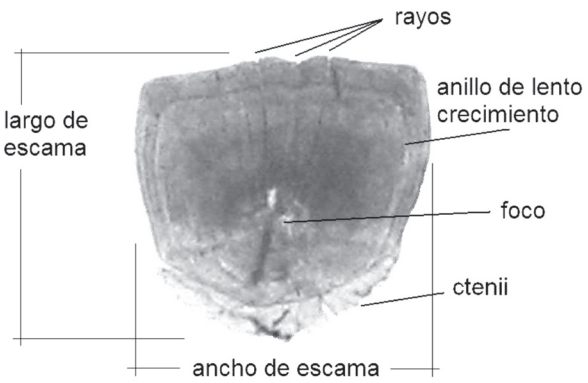
Morfología de la escama

Las escamas de *M. curema* son ctenoideas, la longitud está contenida de 1.16 a 1.49 veces en la anchura. El número de rayos varía entre cuatro y 10, están bien definidos y son más evidentes que en *M. cephalus* (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996a). El foco está bien representado y tiene una posición excéntrica debido al mayor crecimiento del área anterior con respecto a la posterior.

Los anillos están bien definidos y presentan marcas de crecimiento rápido y lento. Estos últimos se observan como una fina cresta calcificada alrededor de la escama. Los *ctenii* son triangulares (Fig. 3).

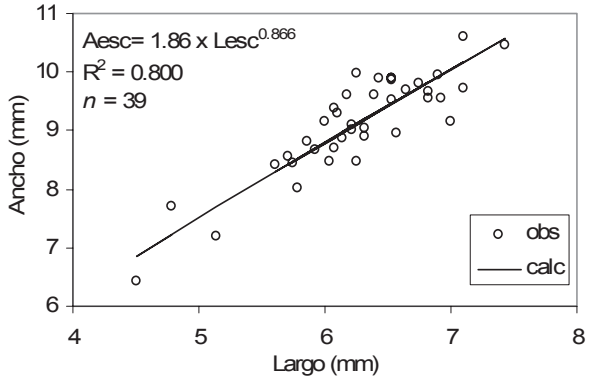
Los resultados de la relación entre la longitud del pez (L_{tot}) y el tamaño de la escama (L_{esc} y A_{esc}) se muestran en la *tabla 1*. La función para el largo de la escama es $L_{esc} = 0.843 + L_{tot}^{0.607}$ ($r^2 = 0.590$) y el ancho

Figura 3
Escama de *M. curema*



$A_{esc} = 0.709 \cdot L_{tot}^{0.773}$ ($r^2 = 0.97$). La función potencial que relaciona el largo y el ancho de la escama explica la variación de 79.5% (Fig. 4) y el valor de la pendiente (b = 0.866) indica que el crecimiento es de tipo alométrico negativo, ya que la estructura crece menos a lo ancho que a lo largo.

Figura 4
Relación entre longitud (Lesc) y ancho (Aesc) de la escama de *M. curema*



Anillos de crecimiento

Durante el primer año la escama aumentó 1.73 mm, mientras que entre el primer y segundo año el crecimiento fue aproximadamente la mitad de ese valor (Tabla 2). El incremento marginal de anillos que se formaron en los años posteriores fue menor en casi un orden de magnitud que en el primer año (0.17-0.14 mm). Por otro lado, el incremento mínimo que se registró entre las edades (2) y (3) podría reflejar el cambio de juvenil a adulto y el desplazamiento de los individuos hacia el mar para reproducirse.

Validación de los anillos de crecimiento. a) Análisis del incremento marginal. En agosto se observaron los valores más pequeños (extremos y promedio), mientras que en el mes anterior, julio, se registró el incremento marginal máximo (Fig. 5); esto permite deducir que la mayoría de los individuos formaron anillo en agosto. Los promedios y sus intervalos de confianza muestran que los organismos crecieron activamente entre febrero y abril.

Según los intervalos de confianza, se encontraron diferencias significativas en el crecimiento entre edades consecutivas, excepto entre los grupos de las edades cinco y seis (Fig. 6).

Tabla 1
Clases de tallas, longitud y ancho de la escama de *Mugil curema* con base en los cálculos de las fórmulas descritas en resultados

Longitud total (mm)	*Longitud de la escama (mm)*	*Ancho de la escama (mm)*
70	2.75	3.19
80	2.98	3.54
90	3.20	3.88
100	3.41	4.21
110	3.61	4.53
120	3.81	4.84
130	4.00	5.15
140	4.18	5.46
150	4.36	5.75
160	4.54	6.05
170	4.71	6.34
180	4.87	6.63
190	5.04	6.91
200	5.19	7.19
210	5.35	7.46
220	5.50	7.74
230	5.65	8.01
240	5.80	8.28
250	5.95	8.54
260	6.09	8.81
270	6.23	9.07
280	6.37	9.32
290	6.51	9.58
300	6.64	9.84
310	6.78	10.09
320	6.91	10.34

Tabla 2
Relación entre edad, anchura de los anillos de crecimiento e incremento de las escamas de *Mugil curema*. El incremento corresponde a la diferencia entre la edad *i*+1 y la *i*

Edad (i) (años)	*Ancho (mm)*	*Incremento (mm)*
1	1.736	
2	0.793	0.94
3	0.744	0.05
4	0.577	0.17
5	0.442	0.14

Figura 5
Valores mensuales; máximos, promedio, mínimos e intervalos de confianza (IC) de los incrementos marginales de las escamas de *M. curema*

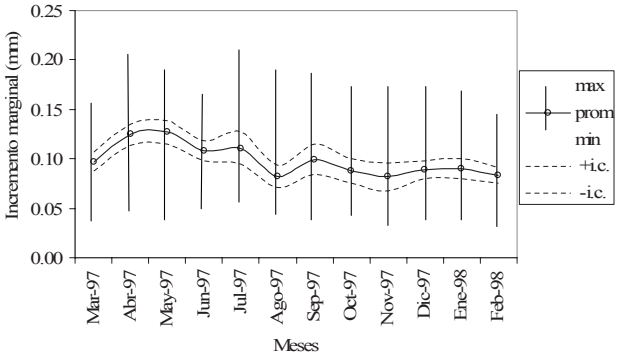


Figura 6
Incrementos marginales de la escama (mm) por edad: máximo, promedio, mínimo y el intervalo de confianza de 95 por ciento

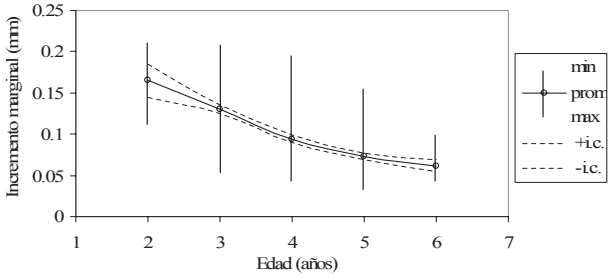


Figura 7
Relación entre el largo total del pez (Ltot) y longitud de la escama (Lesc) y ancho de la escama (Aesc) de *Mugil curema*

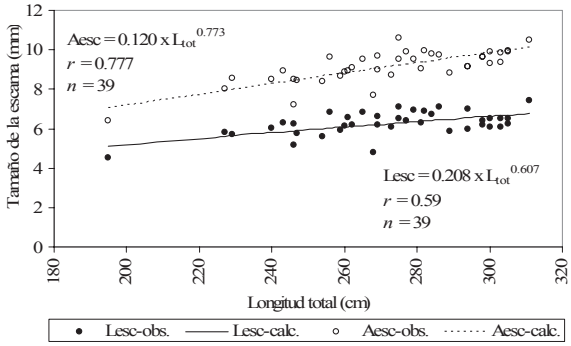
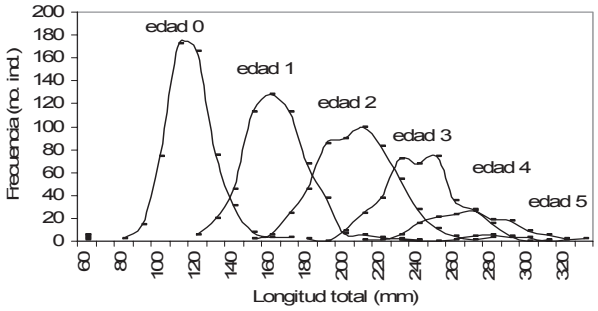


Figura 8
Distribución de frecuencia (número de individuos) por edad de *M. curema*



b) Relación entre el tamaño de la escama y la longitud del pez. El valor del coeficiente de isometría obtenido entre la longitud del pez y las medidas de la escama (Fig.7) muestra que las variaciones en tamaño de esta estructura permiten describir el crecimiento del organismo y que la anchura es un mejor indicador (b = 0.77 y r = 0.77).

c) Relación entre el tamaño del pez y el número de anillos. La *figura 8* muestra la distribución de frecuencia de tallas para cada edad, resultado de las lecturas de las líneas de crecimiento de las escamas. Conforme el pez crece, el número de individuos de cada edad es menor e incluso hay un traslape entre las tallas de los peces de las edades (5) y (6).

Interpretación de los anillos de crecimiento. En la *tabla 3* se describen las tallas promedio para cada grupo de edad de *M. curema*: antes del primer año, que arbitrariamente se define como edad "0", ya que todavía no se ha formado la primera marca de crecimiento, los organismos miden 106.6 (±13.24 de desviación estándar o DE) mm; 153.2 (±17.89) mm al primer año; 197.5 (±19.37) al segundo; 231.3 (±20.29) mm a los tres años; 258.2 (±21.85) mm a los cuatro y 276.0 (±23.71) mm a los cinco años. En la misma tabla se presentan los resultados de otros autores a manera de comparación.

Crecimiento. Los valores de L_∞ y K ajustados por diversos métodos fueron similares entre sí (Tabla 4), pero con mayores diferencias con los cálculos por el método de Ford (1933), Walford (1946) y Gulland (1964). El uso de la ecuación de Beverton (1954) mejoró los valores calculados obtenidos por Ford (1933), Walford (1946), Gulland (1964) y Allen (1966). En relación con los métodos de Tomlinson y Abramson (1961) y Prager et al. (1987), el ajuste de Beverton (1954) no mejoró la información obtenida.

La curva estimada que se ajustó mejor a los datos de las escamas correspondió a los parámetros calculados con el método de Prager *et al.* (1987). En la *tabla 5* se observan los valores de la longitud promedio en cada edad, obtenidos con esta técnica. La *figura*

Tabla 3
Longitud total promedio (mm) para cada edad, estimada en diferentes localidades

Autor	*Localidad*	*Estructura analizada*	*Edad*						
			0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Este estudio	Cuyutlán, México	Escamas	106.6	153.2	197.5	231.3	258.2	276.0	
Ibáñez-Aguirre *et al.* (1999)	Tamiahua, México	Otolitos	184.2	220.5	252.1	279.6	303.4	324.1	
Richards y Castagna[2] (1976)	Virginia, EU	[1]		226.9	322.5	360.3	386.4	395.6	
Álvarez-Lajonchere (1979)	La Habana, Cuba	Espinas		265.2	290.6	310.5	334.3		
Phillips *et al.* (1987)	Costa Rica	[1]		227.2	319.6	370.3	398.2	413.4	421.8

[1] Método no indicado.
[2] La longitud furcal se convirtió a L_{tot} con la ecuación de Thompson *et al.* (1991).

Tabla 4
Constantes de la ecuación de von Bertalanffy obtenidas por diversos métodos. En negritas se presentan los parámetros que proporcionaron el mejor ajuste

Método	L_∞ *(mm)*	*K*	t_o	SD^2
Ford-Walford-Gulland	366.20	0.2127	-0.6387	0.2761
Regresión de Beverton	366.20	0.2154	-0.5877	0.1903
Tomlinson y Abramson	364.19	0.2193	-0.5537	0.1827
Regresión de Beverton	364.19	0.2188	-0.5635	0.1840
Allen	363.76	0.2206	-0.5528	0.1911
Regresión de Beverton	363.76	0.2193	-0.5636	0.1851
Prager *et al.*	**364.70**	**0.2190**	**-1.5557**	**0.1809**
Regresión de Beverton	364.70	0.2178	-0.5720	0.1869

9 muestra las curvas teóricas de crecimiento para *M. curema* para las edades de "0" a cinco años. Durante el primer año de vida se observó el mayor incremento en longitud, posteriormente el crecimiento disminuyó marcadamente, de la siguiente manera: 50.93 mm de la edad 0 a uno; 41.04 del primero al segundo años; 32.92 mm entre el segundo y el tercer años; 26.44 mm entre el tercer y cuarto años y 21.20 mm entre el cuarto y el quinto años. La reducción de la tasa de crecimiento a partir del primer año de edad puede estar relacionada con la primera madurez sexual.

El método de Prager *et al.* (1987) también se utilizó para la determinación del crecimiento de los individuos de cada sexo, porque fue el que presentó mejor ajuste en la obtención de los parámetros de crecimiento de la población. Los valores calculados de las longitudes promedio para las diferentes edades aparecen en la *tabla 5* y los valores de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy en la *tabla 6*. El valor del índice *K* fue mayor en los machos que en las hembras, lo que sugiere que ellos alcanzarían el valor de L_∞ más pronto que las hembras y muestra que la curva de crecimiento es más convexa.

Crecimiento en peso. En la *figura 10* se observa que la relación entre la longitud y el peso tiende a la isometría, tanto cuando se utiliza el peso total (b = 2.979, t = 0.014, p>0.05), como el eviscerado (b = 2.945, t = 0.037, p>0.05).

Figura 9
Curva de crecimiento teórico de *M. curema* en las lagunas de Cuyutlán y Tamiahua

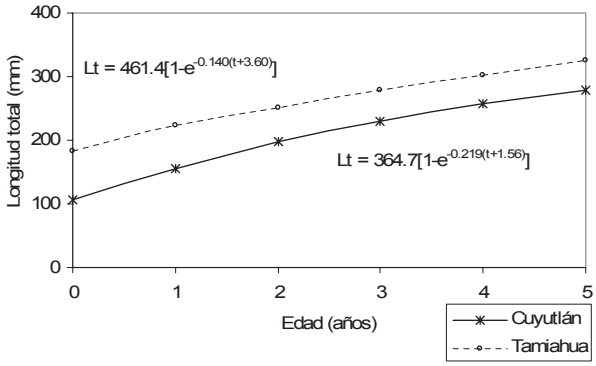


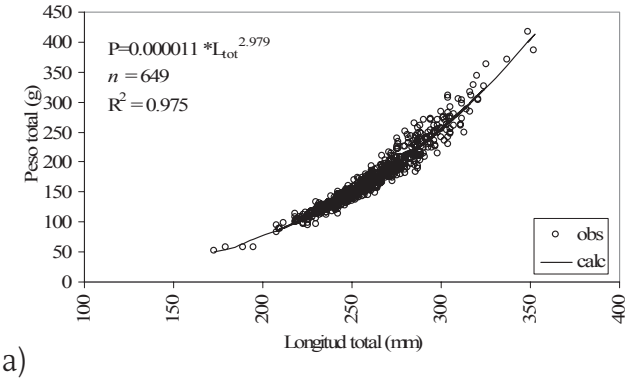
Tabla 5
Longitud promedio (mm) para cada grupo de edad (años) de *M. curema*

Edad	*Población*	*Hembras*	*Machos*
0	105.37	103.50	97.73
1	156.30	155.51	147.51
2	197.34	197.21	186.24
3	230.26	230.64	216.38
4	256.70	257.44	239.82
5	277.90	278.92	258.07

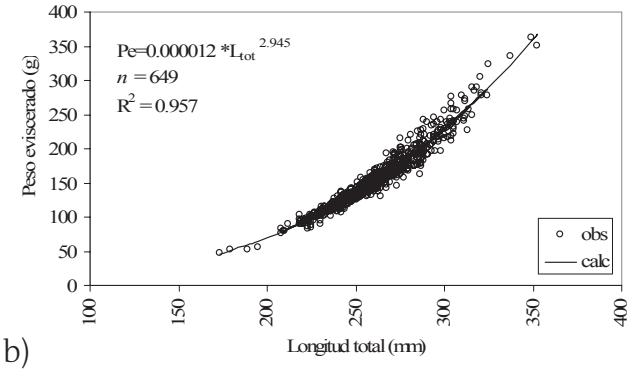
La ecuación del crecimiento teórico en peso total es $P = 456.41\ [1\text{-}e^{-0.219(t + 1.557)}]^{2.978}$, y la del peso eviscerado, $Pe = 406.71\ [1\text{-}e^{-0.219(t + 1.557)}]^{2.945}$.

Longevidad (Edad $A_{0.95}$) y mortalidad. La población de *M. curema* de la laguna alcanzó 95% de la L_∞ a los 15 años, los machos a los 12 y las hembras a los 13 (Tabla 6). La mortalidad fue de Z = 0.80, M = 0.20 y F = 0.60 y la sobrevivencia S = 0.449. Estos resultados significan que de cada 100 organismos, 55 mueren en el año, de los cuales 25% lo hace por causas naturales y 75 % por la pesca ribereña. La tasa

Figura 10
Relación entre peso y longitud de *M. curema*:
a) peso total; b) peso eviscerado



a)



b)

E = 0.75 significa que la extracción de esta especie en la laguna de Cuyutlán ha excedido el límite máximo y que deben aplicarse medidas que la mitiguen.

Pesquería. La captura promedio de lisa en el estado de Colima entre 1982 y 2002 fue de 130 t; el máximo se alcanzó en 1996 (203 t) y el mínimo en 2002 (64 t). En Cuyutlán la lisa *M. curema* se captura con redes agalleras de malla de 2¼ y 2½ pulgadas, de 100 metros de largo o más, que se tienden en forma circular y se recogen pasados 15-20 minutos. Desde hace 20 años existen en la laguna 13 permisos de pesca, por lo que podría suponerse que no hay cambios en el esfuerzo pesquero.

La laguna de Cuyutlán es el principal cuerpo de agua del estado de Colima y la captura de lisa representó entre 2000 y 2003, entre 12% a 20% de la anual. En la *figura 11a* se observa que la serie de capturas de 10 años de lisa, tanto en el estado como en la laguna, son similares entre sí, y que siguen una tendencia negativa. La figura *11b* muestra que la proporción de la captura total de la laguna, que corresponde a la lisa, es la más grande y que ambas han menguado en los últimos años.

Discusión

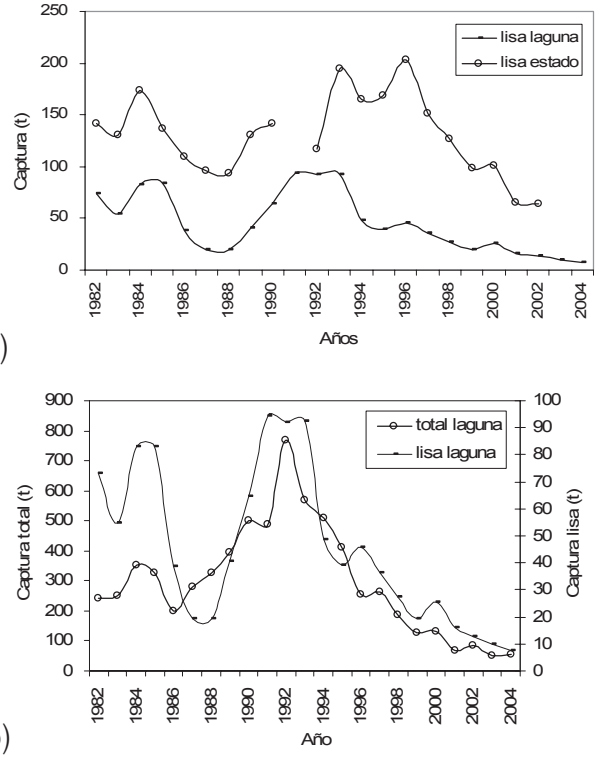
Parámetros biológicos. Durante todos los meses se observaron incrementos marginales de diferentes tamaños, lo que sugiere que los anillos de crecimiento pueden estarse formando durante todo el año; esto apoya la hipótesis de que en aguas tropicales los peces se reproducen durante todo el año, pero que esta actividad se incrementa en determinados momentos y, por tanto, puede dar lugar a la formación de los anillos en las partes duras de muchas especies (Polovina y Ralston, 1987; Longhurst y Pauly, 1987). También se ha sugerido que los cambios ambientales que influ-

Tabla 6
Parámetros de crecimiento de poblaciones de *M. curema* en esta y otras localidades

Autor	*Localidad*	*Método*	*sexo*	L_∞	K	t_o	$A_{0.95}$ [1]
Este estudio	Cuyutlán, México	Escamas	F	365.8	0.221	-0.505	14.0
		Escamas	M	322.0	0.251	-0.441	12.0
		Escamas	Total	364.7	0.219	-1.557	15.0
Ibáñez-Aguirre *et al.* (1999)	Tamiahua, Mexico	Otolitos	F	454.6	0.140	-3.900	19.2
		Otolitos	M	411.8	0.19	-3.000	14.0
		Otolitos	Total	461.4	0.14	-3.600	18.7
Richards y Castagna, (1976)	Virginia, EU	[2]	Total	403.4	0.78	-0.060	3.8
Alvarez-Lajonchere (1979)	La Habana, Cuba	Espina	Total	532.0	0.10	-5.900	30.0
Phillips *et al*. (1987)	Costa Rica	[2]	Total	432.0	0.60	-0.244	5.0

Fuente: Modificado de Ibáñez-Aguirre *et al*., 1999.
Nota: Los análisis se realizaron con la L_{tot}, excepto en el estudio de Richards y Castagna, (1976), en cuyo caso la longitud furcal se transformó a total con la ecuación de Thompson *et al.* (1991)
[1] Los valores de longevidad fueron obtenidos en este estudio por la aplicación del método de Taylor (1958) a los parámetros de crecimiento aportados por los autores mencionados en esta tabla.
[2] Método no indicado.

Figura 11
Tendencia de la captura de lisa



a) en la laguna de Cuyutlán y el estado de Colima de 1989 a 2004, b) en la captura total y de lisa únicamente en la laguna de Cuyutlán de 1982 a 2004

yen en la disponibilidad de alimento se marcan en el crecimiento de las estructuras duras de los peces. En julio la tasa de crecimiento disminuye y se forma el anillo; mientras que las tasas más grandes se alcanzan después de octubre.

Este estudio muestra que la formación del anillo coincidió con el periodo de reproducción de julio y agosto, como lo establecieron Cabral-Solís (1999) y Vidaurri-Sotelo (1982). Debido a que esta especie es catádroma y debe emigrar al océano para desovar, su gasto de energía es mayor. Ibáñez-Aguirre (1995) observó algo similar en la población de *M. curema* de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

Se observaron diferencias en el crecimiento de la población de lisa de Tamiahua analizada por Ibáñez-Aguirre (1995) y la de este estudio, ya que los peces de Tamiahua fueron más grandes a cada edad: +77.6 mm en la edad cero; +67.3 mm en la edad uno; +56.6 mm en la edad dos; +48.3 mm en la edad tres; +45.2 mm en la edad cuatro y +48.1 mm en la edad cinco. Esto se debe probablemente a las características hidrológicas de cada laguna costera y a la disponibilidad del alimento; así como al uso de diferentes tamaños de malla en las redes agalleras (Cabral-Solís y Espino-Barr, 2004).

Según Taylor (1958, 1960), los organismos que habitan en localidades ubicadas en mayores latitudes alcanzan tallas más grandes a edades similares y mayor longevidad que los que viven más al sur. En el presente trabajo se encontró que esa regla se aplica, como lo muestran los parámetros de crecimiento estimados en Virginia, Estados Unidos y La Habana, Cuba, presentados en la *tabla 6*. Sin embargo, también hay excepciones a esta situación, como lo muestran los valores estimados para una población de Costa Rica (Tabla 6).

Los índices de *K* calculados en este estudio fueron mayores que los reportados en poblaciones de Veracruz y Cuba (Álvarez-Lajonchere, 1979; Ibáñez-Aguirre *et al*., 1999), pero menores a los de Virginia (Richards y Castagna, 1976), lo que permite suponer que su ubicación geográfica es determinante. Empero, en este trabajo no se encontró la relación inversa esperada entre *K* y L_∞, según la propuesta de Taylor (1958, 1960), lo que puede deberse a los modelos empleados para describir el crecimiento, a la presión de pesca o a las condiciones del cuerpo de agua en que se desarrolla la población. Por otro lado, el tamaño más pequeño de los individuos de cada edad probablemente sea resultado de la excesiva presión de pesca que se ejerce en la laguna de Cuyutlán.

En general, los coeficientes de la relación entre la longitud y el peso en este análisis fueron similares a los presentados por Angell (1973), Richards y Castagna (1976) e Ibáñez-Aguirre *et al*. (1999), lo que muestra que la forma corporal de la especie es similar, con independencia de su lugar de origen.

La longevidad de *M. curema* más prolongada se registró en Cuba (30 años) y la más pequeña en Virginia (3.8 años). Phillips *et al*. (1987) estimaron que en Costa Rica la longevidad puede llegar a los cinco años, e Ibáñez-Aguirre *et al.* (1999), en Veracruz, hasta 19 años. En Cuyutlán se calculó una longevidad de 12 a 15 años, valor medio al reportado por otros autores (Tabla 6).

Pesquería. La pesca de la lisa en las costas mexicanas es la única pesquería ribereña regulada (DOF, 2006). En la normatividad (NOM-016-PESC-1994) se establece un periodo de veda durante los meses de junio y julio; también que la captura debe hacerse con red agallera de 2¾ pulgadas de tamaño de malla. En la laguna de Cuyutlán no se aplica esta reglamentación porque se pesca con redes de malla más pequeña (2¼ y 2½ pulgadas) y, aunque no se registra la captura de lisa en las estadísticas oficiales durante la veda, la extracción del recurso es continua porque la pesquería ribereña no es selectiva.

La serie histórica de datos muestra que los volúmenes de captura han disminuido, y la información biológica, que hay sobrepesca. En consecuencia, es necesario aplicar la NOM 016, para que el esfuerzo pesquero disminuya durante la veda y al utilizarse la malla reglamentaria, el tamaño y peso de los organismos capturados sea mayor, ya que así, además de aportar mayor valor económico por kilogramo, también habrán tenido oportunidad de reproducirse.

Referencias Bibliográficas

ALLEN, K. R. 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Board Can*., 23(3): 163-277.

ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1976. Contribución al ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae). *Rev. Invest. Mar.,* 28: 1-130.

ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1979. *Estudios de las lisas (Pisces, Mugilidae) en Cuba con especial atención al género* Mugil *Linne; la biología pesquera de las especies predominantes y la evaluación de sus potencialidades para ser sometidas a cultivo.* Resumen de tesis doctoral. Facultad de Biología, Centro de Investigaciones Marinas. U. de la Habana, Cuba. 15p.

ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1981. Determinación de la edad y del crecimiento de *Mugil curema*, *M. hospes, M. trichodon* y *M. liza*. *Rev. de Invest. Marinas,* 2: 142-162.

ANGELL, C.L. 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa *Mugil curema* Valenciennes en aguas hipersalinas del nororiente de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat*., 96: 223-237.

BEAMISH, R.J. y G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in Fisheries Biology. *Trans. Am. Fish. Soc.,* 112: 735-743.

BEVERTON, R.J.H. y S.J. Holt. 1954. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations. *U.S. Fish. Lab., Beaufort, N.C., Misc. Contrib*., 2:159p.

CABRAL-SOLÍS, E.G. 1999. *Estudio sobre el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha* Mugil curema *Cuvier y Valenciennes, 1836, en la laguna de Cuyutlán, Colima*. Tesis de Maestría, UdeC, Tecomán. 91p.

Cabral-Solís, E.G. y E. Espino-Barr. 2004. Distribución y abundancia espacio-temporal de los peces en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Oceánides,* 19(1): 19-27

CABRAL-SOLÍS, E.G., E. Espino-Barr, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2002. *Distribución y abundancia de peces en la Laguna de Cuyutlán, México, durante 2001 y 2002*. Informe de Investigación, INP, CRIP-Manzanillo, México. 55p.

CASSELMAN, J.M. 1983. *Age and growth assessment of fish from their calcified structures – techniques and tools*. NOAA Technical Report NMFS 8, Miami, Fla. 17p.

DOF. 2006. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* 25 de agosto de 2006, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección. 128p.

EHRHARDT, N.M. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones*. *1ª. Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales*. SIC/INP, México, 132p.

FORD, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. UK,* 19: 305-384.

GULLAND, J.A. 1964. *Manual of methods of fish population analysis.* Fish. Tech. Paper 40, FAO, Roma. 60p.

GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods.* FAO, Roma. 223p.

HEALD, E.J. y Griffiths, R.C. 1967. La determinación por medio de la lectura de escamas, de la edad de la sardina *Sardinella anchovia*, del Golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. *Serie Recursos y Explotación Pesqueros,* 1(10): 374-422.

HOLDEN, M.J. y Raitt, D.F.S. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. *FAO 115*, INP, México. 211p.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. 1995. *Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de* Mugil cephalus *(Linneo, 1758) y* M. curema *(Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.* Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 216p.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L y M. Gallardo-Cabello. 1996a. Determinación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* L. y la lebrancha *Mugil curema* V. (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Ciencias Marinas*, 22(3): 329-345.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y M. Gallardo-Cabello. 1996b. Total and natural mortality of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in Tamiahua Lagoon, Veracruz. I. Selectivity. *Hidrobiológica,* 6(1-2): 9-16.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y M. Gallardo-Cabello. 1996c. Age determination of the grey mullet *Mugil cephalus* L. and the white mullet *M. curema* V. (Pisces: Mugilidae) in Tamiahua lagoon, Veracruz. *Ciencias Marinas,* 22(3): 329-345.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L., M. Gallardo-Cabello y X. Chiappa-Carrara. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus*, and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.,* 97: 861-872.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y J. Lleonart. 1996. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *Scientia Marina*, 60(2-3): 361-368.

JEARLD, A. 1983. Age determination. En: L.A. Nielsen y D.L. Johnson (eds.). *Fisheries Techniques*. Amer. Fish. Soc.,Virginia, EU. pp. 301-324.

JORDAN, D.S. y B.W. Everman. 1896. The fishes of the North and Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 1-4(47): 1-3313.

JOSEPH, D.C. 1962. Growth characteristics of two southern California surffishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. *Calif. Dep. Fish Game*, *Fish Bull*., 119: 1-54.

LAGLER, K. y J. Bardach. 1984. *Ictiología*. AGT, México. 48p.

LONGHURST, A.R. y D. Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, San Diego. 407p.

PÉREZ-GARCÍA, M. y A.L. Ibáñez-Aguirre. 1992. Morfometría de los peces *Mugil cephalus* y *M. curema* (Mugiliformes - Mugilidae) en Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop*., 40(3): 335-339.

PHILLIPS, P., Y. Astorga, C. Hidalgo y A. Villareal. 1987. El cultivo de la lisa, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), en el área del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Lat. Acui*., 31: 17-56.

POLOVINA, J.J. y S. Ralston. 1987. *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, Londres. 659p.

PRAGER, M.H., S.B. Saila y C.M. Recksiek. 1987. *Fishparm: a microcomputer program for parameter estimation nonlinear models in fishery science.* Technical Report 10. Dep. Oceangraphy, Old Dominion Univ., Norfolk, VA. 18p.

RICHARDS, C.E. y M. Castagna. 1976. Distribution, growth and predation of juvenile white mullet (*Mugil curema*) in ocean-side waters of Virginia's eastern shore. *Chesapeake Sci.,* 17(4): 308-309.

RICKER, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ.* (*Sci. Ser.)* 15: 101p.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.,* 191: 1-382.

Ruiz-Durá, M.F., Y. Orijel-Arenas y G. Rodríguez-Hernández. 1970. *Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México*. Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesc.-sic. Serie Investigación Pesquera, Estudio 2, 97p.

Sagarpa. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002.* Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.

Semarnap. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1* - Manual. fao Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil,* 23(3): 366-370.

Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality–the Pacific cockle. *J. Conseil,* 26(1): 177-124.

Thompson, B.A., J.H. Render, R.L. Allen y D.L. Nieland. 1991. *Fisheries independent characterization of population dynamics and life history of stripped mullet in Louisiana*. Coastal Fisheries Institute. Department of Commerce–National Marine Fisheries Service of United States, lsu-cfi-90-01, 92p.

Tomlinson, P.K. y N.J. Abramson. 1961. Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares. *Fish Bull.,* 116(1):3-69.

Vidaurri-Sotelo, A.L. 1982. *Maduración gonádica de la lisa* (Mugil curema *Linnaeus) en la Laguna de Cuyutlán, Col., México*. Tesis de licenciatura, uag, México. 95p.

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology,* 10(2): 181-213.

Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.,* 90(2): 141-147.

La pesca ribereña en la costa de Jalisco, México

Elaine Espino Barr[*]
Arturo Garcia Boa[*]
Esther Guadalupe Cabral Solís[*]
Marcos Puente Gómez[*]

Resumen

Con la finalidad de describir la actividad pesquera se muestreó de abril de 2002 a diciembre de 2003 (frecuencia mensual) en 23 localidades, ubicadas entre Barra de Navidad y Puerto Vallarta, Jalisco. Los métodos consistieron en entrevistas a los pescadores y dirigentes de 17 de las 37 asociaciones registradas, la recopilación de datos históricos, la medición de las artes de pesca, así como en la identificación y medición de los organismos capturados. El número de pescadores es de 551, aunque es probable que haya otra cantidad similar de trabajadores sin autorización. El número de permisos fue de 41, lo que representa 35% de los existentes diez años antes. La unidad de pesca está formada por la embarcación con motor fuera de borda y un arte de pesca. El número de embarcaciones registradas fue de 357 y el de equipos de pesca, 970; las más comunes fueron las redes agalleras, los anzuelos en línea de mano o en palangre, las atarrayas y el equipo de buceo. Se identificaron 136 especies en la captura comercial: 89% peces, 8% crustáceos, 6% moluscos y 1% equinodermos. Entre los peces, la familia más importante fue la Lutjanidae, con nueve especies que representaron más de 30% del total. La captura promedio por viaje fue de 60$\pm$26 kg, con amplias fluctuaciones diarias, por lo cual algunos pescadores trabajaron tres o cinco días por semana. La riqueza específica, la gama de tallas y la efectividad de pesca por viaje, permiten suponer que la pesca ribereña es multiespecífica y aparentemente saludable, aunque es necesario registrar y reglamentar el esfuerzo efectivo de pesca y continuar los monitoreos de la pesca ribereña.

* CRIP-Manzanillo, INP, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, México, Tel. 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51; correo electrónico: elespino@gmail.com

Palabras clave: Pesca ribereña, métodos de pesca, CPUE, especies comerciales, Jalisco.

Introducción

La pesca ribereña, de pequeña escala o artesanal, es aquella que se lleva a cabo en la franja costera, en embarcaciones de 10 a 14 m de eslora que realizan viajes diarios, con artes de pesca armados por los propios pescadores; y cuya captura generalmente es reducida y multiespecífica (Lobato-González, 1996). La pesca ribereña de cada lugar presenta características propias que dependen del tipo de organismos capturados, de las condiciones ambientales, la cantidad de pescadores, la distancia y la facilidad de desplazarse a los centros urbanos y comerciales.

En la costa de Jalisco esta actividad es tradicional, aunque los primeros registros se llevaron a cabo hasta la década de los sesenta. Las especies más importantes han sido los huachinangos, los pargos, el pulpo y la langosta (Ramírez-Granados, 1977). La riqueza de especies en la región es elevada, ya que Ríos-Jara *et al.* (2001) registraron 70 especies marinas comerciales entre peces, crustáceos y moluscos y Espino-Barr *et al*. (2004) identificaron 125 especies. Por otra parte, en Bahía Banderas se describieron 30 especies de peces en la captura, de las cuales, los miembros de la familia Lutjanidae y en especial el huachinango, representaron 43% del total (Pérez-Flores, 2000). En la Bahía Navidad, Rodríguez-Ibarra (1995) encontró 215 especies de peces, una elevada proporción de las cuales se obtuvo con red agallera, mientras que Lucano-Ramírez *et al.* (2001) registraron 173 especies recolectadas con ese mismo arte de pesca.

Los estudios sobre los aspectos sociales de la pesca son escasos, pero revelan la debilidad del sector. Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo (1990) describieron la actividad pesquera en la costa de Jalisco como un producto de la experiencia profesional que

se hereda de generaciones; ellos encontraron pocos pescadores registrados, a pesar del elevado número de sociedades cooperativas de Producción Pesquera (SCPP), la mayoría de las cuales estaba muy desorganizada. Los autores calcularon que 38% de las capturas totales no se registraba. Por otra parte, en los centros de acopio la infraestructura era insuficiente y estaba muy deteriorada, además de que se carecía de los servicios más elementales, como agua, hielo y combustibles. Esquivel-Hernández y Plascencia-Reyes (1999) describieron la desorganización de las SCPP: muchos pescadores trabajaban sin permisos ("libres") y, por ende, sin registrar su captura. La infraestructura aún era insuficiente, y el abastecimiento de los insumos se encontraba en manos de los intermediarios.

Los pescadores ribereños desempeñan una actividad de importancia social y económica (Fuentes-Castellanos, 1996); sin embargo, en algunos lugares como Puerto Vallarta, El Rebalsito, Melaque y Barra de Navidad han sido desplazados de sus asentamientos originales para dar paso a los macro-proyectos turísticos y al crecimiento de los puertos (Alcalá-Moya, 1995).

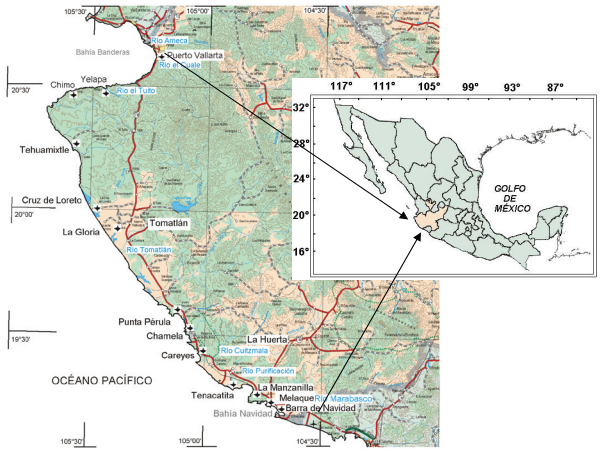
En el presente documento se describen aspectos generales de la actividad pesquera de la costa de Jalisco: los actores, los sistemas de pesca y la composición de las capturas. Se analizan los cambios en las capturas específicas y su estacionalidad. Se pretende que estos elementos sirvan como base para posteriores evaluaciones del estado del recurso pesquero.

Materiales y métodos

La zona costera del estado de Jalisco se ubica entre los 19°15' y 20°45' N y de los 104°45' a 105°30' O. Esta franja abarca los municipios de Cihuatlán, La Huerta, Tomatlán, Cabo Corrientes y Puerto Vallarta y es la menos poblada ya que representa 5.4% del total estatal (INEGI, 1995). Hay dos puertos importantes: uno de altura ubicado en Puerto Vallarta, y otro de cabotaje localizado en Barra de Navidad.

La longitud de la costa es de aproximadamente 350 km y sus características topográficas permiten dividirla en tres zonas: 1) Puerto Vallarta a Tehuamixtle, en donde el declive de las montañas llega al mar en forma de riscos y acantilados; 2) del Valle de Tomatlán a Punta Pérula, con playones abiertos en cuyas tierras bajas se alojan albuferas, pequeños estuarios y salinas; 3) de Chamela a la desembocadura del río Cihuatlán[1], en donde algunas bahías presentan grandes accidentes geográficos (Fig. 1) (INEGI, 1995). Esta diversidad de ambientes a lo largo de la costa propicia un elevado número de especies marinas, de las cuales, el grupo de los peces es el más conocido y estudiado por su potencial económico (Fischer *et al.*, 1995). En la literatura hay listas de las especies de peces y de moluscos que forman parte de las comunidades de la costa jalisciense: Mariscal-Romero (2002) registró 169 especies en fondos suaves, Aranda-Mena (2000) identificó 159 en arrecifes rocosos. Holguín-Quiñónez y González (1994) determinaron que existen 228 especies de moluscos en las zonas rocosas; y en un trabajo más puntual, Solís-Gil y Escobedo-Quintero (2002) describieron los cambios estacionales en la composición de la comunidad íctica de Bahía de Banderas.

Figura 1
Mapa de la costa del estado de Jalisco
donde se muestran los nombres de los centros
de acopio importantes



Fuente: tomado de INEGI, 2000.

El tipo de clima en la costa de Jalisco es tropical lluvioso, aunque presenta variaciones latitudinales determinadas por la influencia de las corrientes marinas, hacia Bahía de Banderas es tipo $Aw_1(w)(i')w''$ de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1973), ya que la humedad es mayor que hacia el centro y sur de la costa, donde es tipo $Aw_0(w)i)$. La precipitación varía entre 100 y 1 500 mm anuales y la temperatura media anual es de 26 °C (Rodríguez-Ibarra, 1995).

Cada mes, entre abril de 2002 y diciembre de 2003, se realizaron muestreos con duración de una semana a lo largo de la costa. Durante los primeros diez meses se recorrió toda la costa para detectar los centros de acopio más importantes y se entrevistó a

1. También conocido como río Marabasco.

los directivos de las cooperativas y a los pescadores acerca de la actividad. En los meses siguientes el trabajo se realizó en los centros de acopio más importantes, ya que allí descarga aproximadamente 80% de las embarcaciones de la costa jalisciense.

La información recopilada fue de dos clases: la primera fue obtenida por encuestas con preguntas abiertas a cerca de 30 pescadores, en el momento en que arribaban a los centros de acopio, y con los dirigentes de 17 sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP), y consistió de datos sobre la cantidad y las características de los sistemas de pesca y las embarcaciones, la duración y las particularidades de la jornada, la captura por viaje total y por especie. Los miembros de seis SCPP proporcionaron los registros de la captura por viaje de cada embarcación (periodo de octubre 2001 a diciembre 2003), para hacer los análisis de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), ya que esta variable puede considerarse como un indicador de abundancia del recurso porque existe periodicidad en algunas especies (González-Becerril *et al.*, 2000). Se calculó el intervalo de confianza para cada mes:

$$\text{Ec. 1} \qquad \tilde{y} \pm \frac{z_{\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde: $\tilde{y}$ = media; $z_{\alpha/2}$ = área de una cola de la distribución z; n = tamaño de la muestra y σ = desviación estándar.

El segundo tipo de datos consistió en la identificación taxonómica y la medición de cada uno de los organismos capturados por los pescadores, conforme éstos iban llegando al centro de acopio (entre 750 y 1 500 organismos por semana de muestreo). Para ello se utilizó literatura especializada como: Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al.* (1979), Chirichigno *et al.* (1982), Allen (1985), Cruz-Romero *et al.* (1989), Heemstra y Randall (1993), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995), Amezcua-Linares (1996), de la Cruz-Agüero (1997), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Espino-Barr *et al*. (2003). Un ejemplar de cada especie se fotografió y se conservó en formol a 10 %, para la colección de referencia del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (CRIP). Cada organismo se midió (longitud estándar, total y altura) y se pesó (entero o eviscerado).

En las Oficinas de Pesca de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (SAGARPA) de Barra de Navidad y Puerto Vallarta se recopilaron las estadísticas de pesca de los avisos de arribo (forma oficial en que el pescador registra su producción) en resúmenes mensuales de 1992 a 1996, mientras que de la Subdelegación de Pesca del estado se obtuvieron las de 1997 a 2002. Con esta información se describió la tendencia de la captura, los cambios estacionales y la proporción que corresponde a cada especie que la compone.

Resultados

Los pescadores y los centros de acopio

En la costa de Jalisco se identificaron 23 centros de acopio, cuya importancia depende del número de embarcaciones que arriban y de la frecuencia con la que operan (Tabla 1). En los más grandes se comercializa el producto diario de más de 100 lanchas, como es el caso de Barra de Navidad, mientras que en los más pequeños se recibe la captura de alrededor de una docena de embarcaciones cada tercer día, como en Yelapa (ubicado en la ribera sur de Bahía Banderas). También existen entre seis y 12 campamentos provisionales o temporales, donde el intermediario recoge el producto con la periodicidad necesaria. Estos lugares se encuentran alejados de las localidades habitadas y son de difícil acceso, por lo que los pescadores se apoyan en el intermediario para abastecerse de agua, hielo, gasolina y alimentos. En esos lugares no hay infraestructura por lo que el acopio se realiza en la playa y el producto se almacena en hieleras comunes.

En la Subdelegación de Pesca hay 551 pescadores registrados que forman parte de 37 grupos (entre cooperativas, grupos, uniones y permisionarios) con representación legal. Se calculó, sobre la base de las observaciones realizadas durante los recorridos y las entrevistas con los pescadores, que hay aproximadamente 500 pescadores “libres”, cuya producción puede alcanzar un monto similar al que se registra legalmente. La densidad de pescadores a lo largo de la costa es muy variable, ya que se distribuyen por los campos pesqueros productivos y los centros urbanos importantes. Los lugares donde se concentra 80% de los pescadores son: Puerto Vallarta y Chimo (en la zona norte), Cruz de Loreto (en la zona medio), Punta Pérula, Melaque y Barra de Navidad (en la zona sur) (Fig. 1).

La mayoría de las asociaciones de pescadores (cooperativas, uniones y grupos) pertenece a una Federación de Cooperativas, a la que están afiliadas voluntariamente y aportan cuotas. La Federación puede apoyar en los trámites de permisos y en el llenado de formatos y solicitudes; por lo general, tiene comunicación con la Subdelegación de Pesca y con los consejos consultivos regionales (organismos donde participan representantes de los productores, del

gobierno estatal, del federal y de la academia) y puede, por esos canales, hacer gestiones para solucionar las necesidades de los agremiados, aunque no realiza actividades de capacitación.

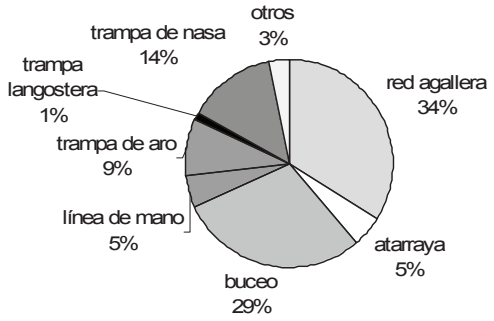
Cada una de las 37 asociaciones tiene permisos de pesca comercial; 30 de éstos se dedican a la captura de escama marina en general, 20 al pulpo y 15 al ostión; sólo una cooperativa está autorizada para extraer langosta.

Los avisos de arribo, con los cuales las agrupaciones informan a las autoridades administrativas del gobierno federal, se presentan con diferente periodicidad según su lejanía y acuerdo con la Oficina de Pesca: algunas cooperativas elaboran un aviso por semana, mientras que otras los entregan cada tercer día. En estos documentos se incluyen las capturas de todos los socios, lo que impide deducir el esfuerzo individual aplicado.

El precio del producto a menudo está relacionado con la cercanía del campo pesquero al mercado, y puesto que la mayoría de los pescadores está lejos de los grandes centros urbanos, los precios deben ser bajos para que sean competitivos. La comercialización se efectúa en algunas cooperativas de forma individual, cada pescador busca al comprador que más le convenga, mientras que los socios de otras cinco o seis, como es el caso de la cooperativa de la Cruz de Loreto, entregan su producto para que se comercialice de forma global, para alcanzar un mejor precio.

Descripción de la unidad de pesca y características de los métodos de captura y su operación. Los pescadores ribereños utilizan embarcaciones de fibra de vidrio de 25 a 33 pies (7.5-10 m) de eslora con motor fuera de borda de 48 a 85 HP; la *tabla 1* muestra el número de embarcaciones por agrupación. La unidad de pesca se conforma con la embarcación con motor y su arte de pesca.

Figura 2
Sistemas de pesca utilizados en la costa de Jalisco, N = 1.000

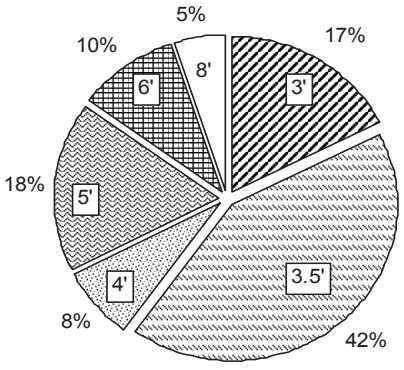


Fuente: Subdelegación de Pesca, 2002.

Los métodos y artes de pesca más socorridos son el enmalle de los organismos con la red agallera y el uso del gancho por buceo; no obstante, según la Subdelegación de Pesca en la costa de Jalisco, existen 970 equipos para la pesca: 340 redes agalleras, 50 líneas de mano con anzuelos, 290 equipos de buceo 50 atarrayas y 240 trampas de aro, nasas y langosteras (Fig. 2). Los palangres escameros no están registrados, a pesar de que se observaron 250.

Las redes agalleras utilizadas en Jalisco pueden ser de fondo o superficie ("aboyadas") y su luz de malla es de tres a ocho pulgadas, según las especies que se pretenda capturar; la longitud de las redes es muy variable (200 a 600 m) y son armadas con paños de nylon monofilamento. Las más comunes son las de fondo de 3½ pulgadas (Fig. 3) y se emplean para las especies demersales, tales como el huachinango, la sarangola, los burros y las mojarras. Las de cuatro pulgadas de luz de malla se usan para la pesca de zulema, palmeta, ojo de perra, medregal y lunarejo; y las de seis pulgadas para pargos y robalo. Las redes de superficie son de tres a seis pulgadas de tamaño de malla y se utilizan para especies pelágicas, como la sierra. A lo largo del año los artes y métodos de pesca van cambiando dependiendo de la(s) especie(s) objetivo.

Figura 3
Redes agalleras según el tamaño de malla (en pulgadas) utilizadas por los pescadores ribereños en la costa de Jalisco (N = 340), observadas entre abril 2002 y diciembre 2003



La línea de mano lleva de uno a tres anzuelos de tipo noruego (también conocidos como "rectos" o tipo "J"), del número ocho a 10 de tamaño,[2] con car-

2. La longitud total y la abertura de los anzuelos de acuerdo con su número: *12*: 2.9 y 1.1 cm; *10*: 3.3 y 1.2 cm; *9*: 3.6 y 1.3 cm; *8*: 3.8 y 1.5 cm; *7*: 4.8 y 1.8 cm; *5*: 5.9 y 2.2 cm.

nada de calamar, sardina o pejerrey. Con este arte, los pescadores capturan pargos y huachinango en bajos pesqueros o zonas de fondos rocosos. Algunas cooperativas no promueven el uso de este método de pesca, para evitar la captura de huachinango y pargos de tallas menores a 20 cm. El palangre escamero consta de una línea madre de 500 a 800 m de longitud, con 200 reinales, cada uno de los cuales tiene un anzuelo tipo noruego del número cuatro o cinco, se utiliza en temporada de lluvias para la pesca del pargo colmillón, la raya y el medregal.

Los buzos capturan muchas especies que no se obtienen con otros métodos. El pulpo se pesca todo el año, aunque en mayor cantidad entre junio y octubre, durante la época de lluvias. También se obtiene langosta todo el año, aun cuando el permiso está en trámite, ya que los pescadores afirman que este recurso está disponible cuando otros disminuyen. En ambos casos se utiliza un gancho. En el trabajo de Juárez-Carrillo y colaboradores, incluido en este mismo libro, se describen la forma y el uso de estos artefactos para la recolecta de langosta.

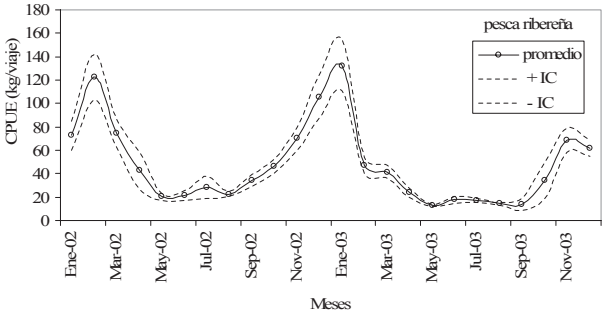
Algunas artes son de apoyo a otros métodos, como la atarraya, que se utiliza principalmente para obtener carnada para la pesca con línea de mano. Existen otros equipos que se utilizan en lagunas costeras y por temporadas, como las nasas y las trampas de aro, para la pesca de jaiba. Las trampas langosteras están registradas en la Subdelegación de Pesca, pero no se utilizan.

Los viajes son diarios y según el arte de pesca, varía la duración de la jornada. La red agallera se tiende alrededor de las 8:00 pm y se recoge al siguiente día, después de las 6:00 am, aunque en la época de mucha pesca se revisa a media noche. Los buzos salen temprano en la mañana y regresan entre mediodía y 3:00 pm o a media noche para regresar a las 3:00 am; pescan de tres a cuatro horas, mientras que con la línea de mano con anzuelo (también conocida como "cuerda") se trabaja durante un periodo de seis a 14 horas, a partir de las 5:00 am. A lo largo de la semana se trabajan entre tres y cinco días, si el estado del mar lo permite, ya que hay periodos en los que las condiciones meteorológicas hacen imposible salir al mar.

La captura por viaje o por unidad de esfuerzo (CPUE). De octubre de 2001 a diciembre de 2003 se obtuvieron 5 775 registros de la captura diaria por embarcación directamente en campo y de los archivos de las cooperativas. Cabe mencionar que en 60 % de los viajes se utilizó la red agallera; en 10 % la línea de mano; y en 3% el palangre escamero. Del esfuerzo, 27% correspondió al buceo.

La CPUE se encontró entre unos pocos kilogramos y 603 kg; los valores promedio mensuales variaron entre 20 y 140 kg con el promedio de 60 kg diarios y el intervalo de confianza de 26 kg (Fig. 4). La CPUE fue mayor durante el invierno y menor en la primavera y el verano. Estas variaciones están relacionadas con los cambios de métodos de pesca y de las especies objetivo, que se suceden con las fluctuaciones ambientales; así por ejemplo, entre noviembre y abril, cuando la temperatura del agua disminuye, es más común el enmalle en redes agalleras, mientras que de mayo a octubre, cuando aumenta la temperatura (véase el trabajo de Gallegos y colaboradores en este mismo libro) el método más empleado es el buceo.

Figura 4
Captura por viaje promedio mensual (kg) en la costa de Jalisco. Las líneas punteadas representan el intervalo de confianza (I.C.) de cada mes

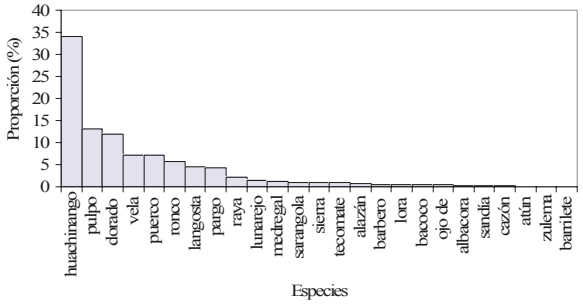


El huachinango (*Lutjanus peru*) se pescó en la mayoría de los viajes (1 564), con un volumen promedio de 17.57 kg y valores máximo y mínimo de 275 y 0.5 kg, respectivamente. Otras especies registradas con frecuencia fueron el pulpo (*Octopus hubbsorum*) que se reportó en 999 viajes y la langosta (*Panulirus inflatus*) en 559 (Tabla 2). La captura de algunos organismos fue elevada, aunque por periodos breves, como el puerco (*Suflamen verres*) y la sierra (*Scomberomorus sierra*), que alcanzaron hasta 582 kg y 200 kg por viaje como máximo, respectivamente, pero que se observaron en 42 y 198 viajes cada uno.

La captura del huachinango (*Lutjanus peru*) representó 35% del total (Fig. 5), mientras que el pulpo 13%, y el dorado (*Coryphaena hippurus*) 12%. Otras especies que alcanzaron entre cinco y 10% fueron el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el puerco (*Suflamen verres*), el ronco (*Haemulon* sp.) y el pargo (*Lutjanus* sp.).

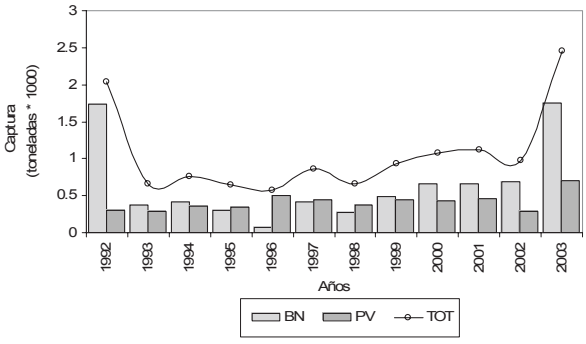
Las pesquerías que tienen por especies objetivo el pulpo y la langosta (*Panulirus inflatus*), se realizan por buceo. Los pescadores que se dedican a esta actividad están muy especializados y también capturan moluscos y peces relacionados con las zonas rocosas.

Figura 5
Proporción de especies en la captura registrada en los centros de acopio de enero 2002 a diciembre 2003, en la costa de Jalisco



Estadísticas de pesca de los avisos de arribo. La captura registrada por los pescadores en las Oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad presentó variaciones entre 500 y 2 500 t anuales (Fig. 6). En 1996, la Oficina de Pesca en Barra de Navidad registró solamente 70 toneladas, aparentemente porque omitió información, mientras que la proporción que representa, en comparación con los datos de Vallarta, se incrementó en 2003. Los registros de las Oficinas de Pesca de Barra de Navidad y Puerto Vallarta sugieren que las capturas fueron mayores en la zona sur, pero no se detectó diferencia estadística entre los datos de ambas oficinas, cuando se compararon con un análisis de varianza ($F'_{0.05\,(1,22)} = 2.33$; $p>0.05$).

Figura 6
Capturas registradas en los avisos de arribo de las Oficinas de Pesca de Barra de Navidad (BN) y Puerto Vallarta (PV), de enero 1992 a diciembre de 2003

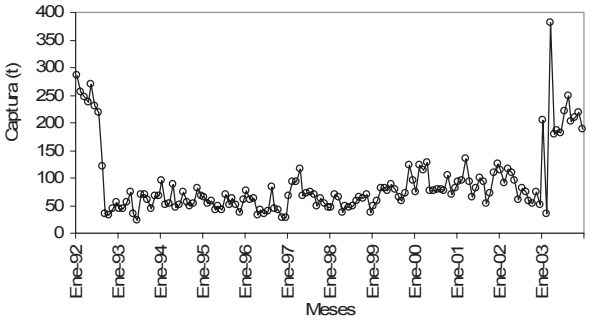


Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco (SAGARPA).

La captura promedio fue de 89 t mensuales (±23 t de desviación estándar) con fluctuaciones periódicas anuales (Fig. 7). En los primeros meses de 1992 y 2003, se obtuvieron volúmenes superiores a las 150 t mensuales, casi el doble que en el resto de la serie; esto puede deberse a que se capturan diferentes recursos, tanto los demersales, como los pelágicos, que migran en esa época por los cambios en la temperatura del agua.

En los avisos de arribo se registraron 98 especies por su nombre común, algunos de los cuales incluyen a varias especies, como es el caso del "pargo" y el "ronco" que se refieren a varios miembros de las familias Lutjanidae y Haemulidae, respectivamente. Entre los nombres comunes, 79 representan a peces teleósteos, cinco a tiburones y rayas, cinco a moluscos, cuatro a crustáceos y uno a equinodermos (el pepino de mar). Seis registros incluyen peces clasificados por su importancia económica o su presentación como: "segunda", "tercera", "revuelto", "basura", "filete" y "molida". Es necesario organizar a los productores para que el registro de su actividad sea adecuado.

Figura 7
Captura ribereña mensual en la costa de Jalisco, enero 1992 a diciembre 2003



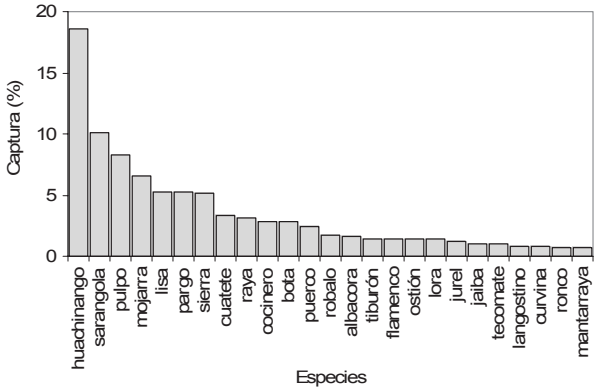
Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco (SAGARPA)

Al separar las capturas por especie (Fig. 8), el huachinango es la predominante, seguida por la sarangola (*Microlepidotus brevipinnis*) y el pulpo (*Octopus hubbsorum*). El huachinango es la especie objetivo y la más abundante en la captura diaria y total, mientras que la sarangola es de segunda categoría y con frecuencia se pesca con los pargos, porque comparten el hábitat. Ambos se capturan con redes agalleras o línea de mano, mientras que el pulpo se recolecta por buceo libre o con compresor.

El huachinango se obtiene en cualquier mes del año, aunque es más abundante de marzo a mayo, mientras que es más fácil encontrar la sarangola de febrero a mayo, y el pulpo de junio a agosto (Fig. 9).

Identificación taxonómica y características merísticas de las especies que se capturan comercialmente. Durante los muestreos de campo (20 meses), se identificaron 121 especies de peces, ocho moluscos, seis crustáceos y un equinodermo.

Figura 8
Proporción de especies en la captura ribereña de Jalisco



Fuente: Avisos de Arribo 1992-2003.

Los ejemplares de la familia Lutjanidae fueron los más abundantes, ya que se capturaron nueve especies, de las cuales el huachinango *Lutjanus peru* y el lunarejo *L. guttatus* siempre fueron los más importantes. Le siguieron en orden de abundancia o presencia en las capturas comerciales, 15 especies de la familia Haemulidae, 13 de la Serranidae, 17 de la Carangidae y seis de la Sciaenidae.

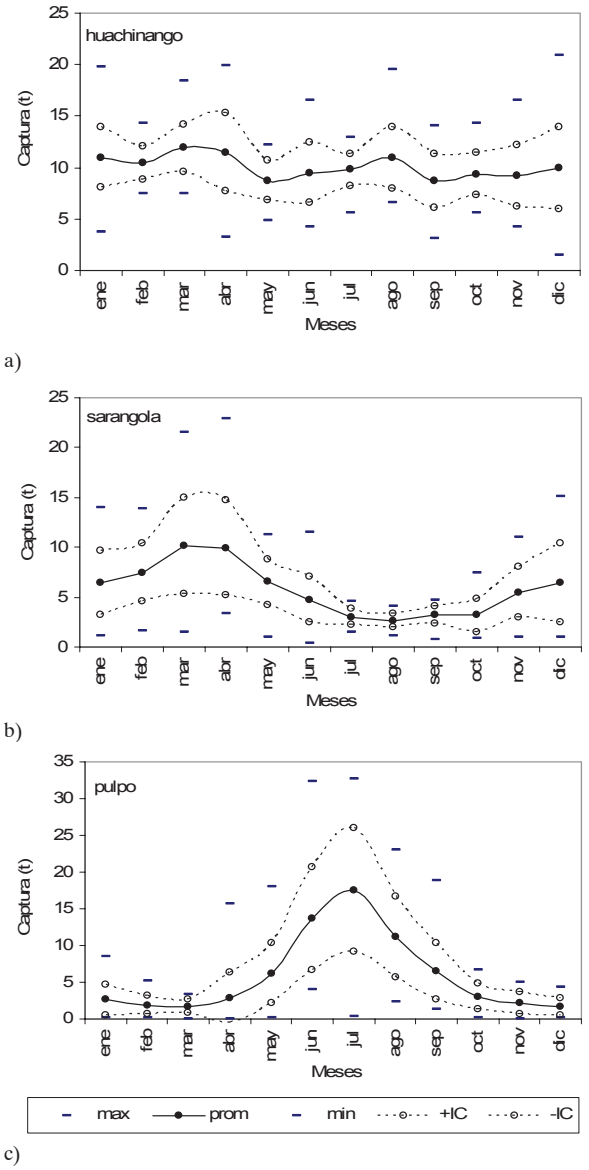
En la *tabla 3* se presentan las tallas de los ejemplares capturados con mayor frecuencia en la pesca ribereña. A pesar de que los compradores prefieren las tallas "platilleras" (entre 350 y 500 g por individuo), se observó un intervalo amplio en todas las especies. Por ejemplo, la longitud estándar del huachinango varió de 12 a 74 cm, lo que correspondió a un intervalo de peso entre 50 g y 10 kg. En el caso del pulpo y de la langosta, aunque el comprador exige que los organismos sean mayores 350 g, se observaron organismos de hasta 2 kg para el primero y 1.5 kg para la segunda.

Discusión

A lo largo de la costa de Jalisco la pesca ribereña es de tipo artesanal, con la participación de 551 pescadores registrados con 41 permisos para escama, 25 de pulpo, 10 de ostión y uno para la pesca comercial de langosta (aunque en 2005 se dieron ocho permisos de fomento por un año y en 2006 se estaban tramitando permisos para ocho cooperativas). Aun así, hay muchos pescadores libres que no cuentan con permisos, ni registro y por lo tanto no se conocen sus métodos y artes de pesca, ni los montos de su captura.

El número de permisos que había en 2002 era menor a la mitad de los 145 otorgados entre 1989 y

Figura 9
Valores promedio, máximos y mínimos de la captura mensual de enero de 1992 a diciembre de 2003



Las líneas punteadas representan los intervalos de confianza (IC); a) huachinango, b) sarangola y c) pulpo. Fuente: Avisos de arribo.

1990 (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990), que incluían una amplia variedad de recursos. Martínez-González *et al.* (2002) calcularon que 80% de los permisos vigentes era para la pesca de la escama, 18% para el pulpo, 2% para el ostión y sólo uno para la langosta. Detectaron que por deficiencias administrativas dos cooperativas perdieron el registro y otras cinco, los permisos.

El oficio de pescador en Jalisco es tradicional, ya que se hereda por generaciones (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990); sin embargo, el número de personas que se dedican a esta actividad es pequeño, ya que se identificaron aproximadamente 1 000 trabajadores en los 350 km de costa; aunque esta cantidad puede variar a lo largo del año porque hay quienes pescan por temporadas cuando la demanda aumenta, como en cuaresma. Por otro lado, en algunas localidades, los trabajadores han dejado esta actividad porque han sido desplazados por la industria turística (Alcalá-Moya, 1995).

Aproximadamente la mitad de los trabajadores están registrados ante las autoridades y cuentan con el permiso correspondiente. La queja más común de estos pescadores es la falta de vigilancia por parte de las autoridades correspondientes (inspectores de SAGARPA), lo que permite la pesca furtiva o ilegal. Por otro lado, los pescadores agrupados mencionaron que no han recibido capacitación en cooperativismo y administración, lo que aparentemente ha agudizado la problemática.

La comercialización es difícil debido a la dispersión de las comunidades pesqueras y a la variabilidad de la captura. En muchos lugares dependen de un intermediario que los abastece de hielo y gasolina a cambio de mantener la compra de la captura. Las cooperativas que comercializan su producto son pocas, a pesar de que esto les proporciona mejor ingreso por él.

La captura registrada por viaje durante los muestreos puede considerarse como un indicador de la abundancia del recurso (González-Becerril *et al.*, 2000), por lo que debe continuarse con su evaluación para observar sus cambios y considerarlos en la administración de la actividad. También es necesario que al registrar la captura se indique el método de pesca utilizado, ya que ello permitiría analizar la selectividad por arte y tamaño de malla o anzuelo, según el caso, ya que actualmente el tipo y la cantidad de artes se registra de manera general (ya sea de red, anzuelo, atarraya o arpón) en la Subdelegación de Pesca (Martínez-González *et al*., 2002).

Las variaciones en la riqueza específica de la captura comercial son un indicador de los cambios dentro de la comunidad. Con los resultados de los muestreos de uno o dos años se pueden describir los cambios estacionales y con series de tiempo más largas es posible inferir el efecto de factores externos, tales como la pesca (Berlanga *et al*., 1997; Espino-Barr *et al*., 2002). Los resultados del muestreo en los centros de acopio muestran que el número de familias y especies es elevado, lo que puede relacionarse con la variedad de hábitats que se encuentran en la costa de Jalisco, compuesta en alta proporción por playas rocosas.

La amplia gama de tallas observadas, los valores de CPUE, el pequeño número de pescadores y la riqueza de especies en la captura comercial, sugieren una baja presión de pesca en comparación con la costa de Colima, donde la población de pescadores es también de alrededor de 1 000 pescadores (Cruz-Romero *et al*., 2000). En Colima se han identificado 110 especies de peces comerciales, mientras que en Jalisco se han encontrado 145 y se siguen observando algunas que no habían sido identificadas previamente (Espino-Barr *et al.*, 2003 y 2004).

El intervalo de tallas observado en los peces medidos en los centros de acopio sugiere que los métodos de pesca son apropiados, ya que además de recoger individuos con tallas "platilleras", también capturan organismos más grandes, que ya se han reproducido. No obstante, es necesario evaluar constantemente los métodos de pesca para cuidar que respeten las tallas reproductivas de las especies más importantes. Según Cruz-Romero *et al*. (1991), el huachinango alcanza la madurez sexual a los 22 cm en machos y los 23 cm en hembras, por lo cual debe vigilarse que el tamaño de malla utilizado en las redes agalleras no sea menor de 3.5 pulgadas (véase el trabajo de Lucano-Ramírez y Ruiz-Ramírez, en este mismo libro).

La pesca ribereña no es una actividad estable o predecible, tiene una dinámica que no depende solamente del esfuerzo, el arte o la presión de pesca. Existen factores intrínsecos de la comunidad, como la densidad de población y la competencia, así como factores interespecíficos y ambientales, como los cambios meteorológicos y oceanográficos, que pueden influir en el volumen capturado y las especies disponibles (Blackburn, 1956; Dementeva, 1959; Claro, 1991; Laevastu, 1995; Mann y Lazier, 1996).

Finalmente, cabe señalar que la manera de registrar los datos de los avisos de arribo presentados ante la Subdelegación de Pesca oculta información necesaria para establecer el Plan de Manejo de la pesquería. Por otro lado, la información es incompleta y las series de tiempo más largas se refieren solamente a Puerto Vallarta y Barra de Navidad, donde el registro de las capturas se inició después de la década de los sesenta (INP, 1982).

Referencias bibliográficas

ALCALÁ-MOYA, G. 1995. Los pescadores del litoral del occidente de México y el turismo. *Estudios Jaliscienses*, 20: 27-44.

ALLEN, G.R. 1985. *Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date.* FAO Species catalogue 125(6), FAO Fish. Synop., Roma. 208p.

ALLEN, G.R. y D.R. Robertson, 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.

Amezcua-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. conabio, unam, México. 184p.

Aranda-Mena, O.S. 2000. *Lista sistemática de los peces de arrecife de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. Tesis de Licenciatura, UdeG, Guadalajara. 64p.

Berlanga, R., C.A., A. Ruiz-Luna, M.R. Nepita-V. y J. Madrid-Vera. 1997. Estabilidad y diversidad de la composición de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Rev. de Biol. Trop.,* 45(4): 1554-1558.

Blackburn, M. 1956. Real and apparent changes in size of marine animal populations during the australian fisheries investigations. *J. Du Conseil Intern. pour l'Exploration de la Mer,* 21(3): 284-295.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. Depto. Pesca. inp., México. 298p.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México.* Serie Biotecnologías, ipn y Noriega-Limusa, México. 711p.

Chirichigno, N., W. Fischer, C.W. Nawen (comps.). 1982*. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. infopesca, pnud, sic, fao, Roma. 588p.

Claro, R. 1991. Changes in fish assemblages structure by the effect of intense fisheries activity. *Trop. Ecol*., 32(1): 36-46.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Lista de Peces del litoral colimense. *Serie: Documentos de Trabajo* sepesca/inp, 9(1):1-21.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr, J. Mimbela-L., A. Garcia-Boa, L.F. Obregón-A. y E. Girón. 1991. *Biología reproductiva en tres especies del género* Lutjanus *en la costa de Colima, México*, Informe final de Conacyt clave po2pccpr892739 (inédito), México. 115p.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr, P. del Monte-Luna, A. Garcia-Boa, A. Ayala-Cortés, J.J. González-Ruiz y S. Sánchez-González. 2000. Huachinango del Pacífico. En: M.A. Cisneros-Mata, L. Meléndez-M. (ed.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000*. inp-semarnap, México. pp. 297-326.

De la Cruz-Agüero, J. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. cicimar-ipn, conabio, México. 346p.

Dementeva, T.F. 1959. *Methods of studying the effect of environmental factors on the fluctuations in the abundance of the Azov anchovy.* Translation Series 239. Fisheries Research Board of Canada. 45p.

Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial en la costa de Jalisco, México.* inp, sagarpa, México. 135p.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. conabio, inp, México. 106p.

Espino-Barr, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: A case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(4):393-401.

Esquivel-Hernández, M.A. y E.C. Plascencia-Reyes. 1999. *Análisis de la problemática de la pesca costera de los estados de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Licenciatura, Fac. de Biología, UdeG, Guadalajara. 240p.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). 1995. *Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. fao, Roma. 1813p.

Fuentes-Castellanos, C.D., 1996. Panorama de la pesca ribereña nacional. En: Pesquerías relevantes de México. xxx Aniversario del inp. semarnap, México. pp. 639-648.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía-unam, México. 243p.

González-Becerril, A., E. Espino-Barr, M. Cruz-Romero y A. Ruiz-Luna. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(1): 113-124.

Heemstra, P.C. y J.E. Randall 1993. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). *An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coralgrouper and luretail species known to date*. Species catalogue, Fish. Synopsis. 125(16). fao, Roma. 522p.

Holguín-Quiñónez, O. y A.C. González-P. 1994. *Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México*. ipn, México. 133p.

inegi. 1995. *Los municipios de Jalisco*. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México. México. 264p.

inegi. 2000. *Imagen cartográfica digital*. Condensados estatales, Topográficos Serie II. cd

inp, 1982. *Diagnóstico de la situación actual de las pesquerías de México*. sic, pnud-fao, México. 685p.

Laevastu, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries.* John Wiley & Sons, Nueva York. 204p.

Lobato-González, P. 1996. Reflexiones en torno a la pesca ribereña. En: A. Nadal Egea (ed.). *Esfuerzo y Captura. Tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos*. El Colegio de México, México. pp. 301-335.

Lucano-Ramírez, G., S. Ruiz-Ramírez, B. Aguilar-Palomino y J.A. Rojo-Vázquez. 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar,* 5(15): 13-20.

Mann, K.H. y J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interactions in the oceans*. Blackwell Science. Reino Unido. 394p.

Mariscal-Romero, J. 2002. *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis Doctoral. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecomán. 143p.

Martínez-González, G., F.R. Baiza-Serrano, V. García-Carvajal e I. Peña-Ramírez. 2002. *Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco*. Documento interno. Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, sagarpa, Guadalajara. 3p.

Pérez-Flores, A. 2000. *La actividad pesquera durante 1996 en la Bahía Banderas (Nayarit-Jalisco) y áreas de influencia*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco. 107p.

Ramírez-Granados, R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima*. depes. Tomo 2, México. pp. 269-368.

Ramírez-Hernández, E. y A. González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos.* sic/inp. México, 462p.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo y E. López-Uriarte. 2001. *Recursos pesqueros de la costa de Jalisco.* Colección: Producción académica de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores, cucba-UdeG, Guadalajara. 159p.

Rodríguez-Ibarra, L.E. 1995. *Ictiofauna de la región de la Bahía de Navidad, Jalisco, México.* Tesis de Licenciatura, UdeG, Guadalajara. 73p.

Solís-Gil, C. y J.L. Escobedo-Quintero. 2002. *Índices de diversidad y similitud de comunidades estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México. Temporada 1996.*

Tesis de Maestría en Ciencias, Fac. de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit y UdeG , Tepic. 37p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. John Wiley & Sons, eu. 302p.

Villaseñor-Anguiano, S. y R. García de Quevedo M. 1990. *La Universidad de Guadalajara y la pesca en Jalisco.* Informe Interno, UdeG, San Patricio Melaque, Jalisco. 74p.

Tabla 1

Agrupaciones de pescadores de la costa de Jalisco. Se incluyen dos permisionarios (*)
scpp: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera. udep: Unión de Pescadores

Asociación	*Municipio*	*Lugar de desembarco*	*Embarcaciones (núm.)*
Oficina de Pesca de Barra de Navidad			
scpp de Rivera y de Consumo Puerto Viejo	Cihuatlán	Barra de Navidad	6
scpp Pescadores y Buzos del Pacífico scl	Cihuatlán	Barra de Navidad	1
scpp Pri, sc de rl	Cihuatlán	Barra de Navidad	9
udep Las Perlitas	Cihuatlán	Barra de Navidad	13
scpp Cabo Corrientes, scl	Cihuatlán	Playa de Melaque	4
scpp Punta Farallón scl	Cihuatlán	Playa de Melaque	9
scpp Ribera de Melaque, scl	Cihuatlán	Playa de Melaque	9
scpp Río Marabasco, scl	Cihuatlán	Estuario del río Marabasco	8
scpp Liberación Campesina, scl	La Huerta	Playa La Manzanilla	14
udep La Colimense	La Huerta	Playa La Manzanilla	1
scpp Tenacatita del Rebalsito, sc de r	La Huerta	Playa La Saucera	5
scpp Bahia de Chamela sc de rl	La Huerta	Chamela	11
scpp Ejidal La Fortuna, scl	La Huerta	Playa Pérula	10
scpp La Jaiba Azul, sc de rl	La Huerta	Playa Pérula	4
scpp Punta Pérula scl	La Huerta	Playa Pérula y Playa Careyitos	14
udep Buzos y Pescadores El Delfin	La Huerta	Playa Pérula	8
udep El Playón	La Huerta	Playa Pérula	5
Oficina de Pesca de Puerto Vallarta			
scpp Estero El Chorro, scl	Tomatlán	Estero El Chorro y Laguna La Sabanita	19
scpp Cruz de Loreto, scl	Tomatlán	Estero El Ermitaño y Laguna Agua Dulce	62
scpp Laguna de Paramán, scl	Tomatlán	Playa de Chalacatepec	9
scpp Las Marismas scl	Tomatlán	Las Marismas de la Laguna de Agua Dulce	1
scpp Roca Negra, scl	Tomatlán	Estero de Majaguas	3
scpp Servicios El Chambe sc de rl	Tomatlán	Campamento de Benito	4
udep Laguna El Capulín	Casimiro Castillo	Laguna el Capulín	3
scpp Tehuamixtle, sc de rl	Cabo Corrientes	Playa Tehuamixtle	16
udep La Conchita	Cabo Corrientes	Boca de Tomatlán	2
José Miguel Cruz Castillón*	Cabo Corrientes	Playa Chimo	4
scpp Ribera de Suchitlán, scl	Cabo Corrientes	Playa Chimo	10
Pedro Fernández Orozco*	Cabo Corrientes	Playa Yelapa	6
scpp Boca de Tomatlán, scl	Cabo Corrientes	Boca de Tomatlán	18
scpp Pescadores del Rosita, scl	Puerto Vallarta	Playa del Rosita	8
udep Buzos La Boquita, scl	Puerto Vallarta	Playa Peñitas, Piedra Lumbre	3
scpp La Majahuita de Vallarta, scl	Puerto Vallarta	Los Peines	28
scpp Vicente Riva Palacios, scl	Puerto Vallarta	Los Peines	3
udep La Pesquera	Puerto Vallarta	Los Peines	2
scpp Boca de Tomates, scl	Puerto Vallarta	Boca de Tomates	15
udep Boca Negra	Puerto Vallarta	Boca de Tomates	10

Tabla 2

Nombre común y científico, número de viajes y valor promedio, máximo y mínimo de la captura por viaje (kg) de las 30 especies más importantes de la pesca ribereña de la costa de Jalisco, de abril 2002 a diciembre 2003

	Nombre común	*Nombre científico*	*Viajes*	*Captura (kg)*			
			(núm.)	*Máximo*	*Mínimo*	*Promedio*	*Desv. est.*
		Invertebrados					
1	Pulpo	*Octopus hubbsorum*	999	250.00	0.90	21.18	19.52
2	Langosta	*Panulirus inflatus*	559	100.00	0.40	9.43	10.80
3	Ostión	*Crassostrea iridescens*	20	164.00	9.00	61.65	52.31
4	Callo de hacha	*Atrina tuberculosa*	5	6.30	1.70	3.03	1.87
		Peces					
5	Huachinango	*Lutjanus peru*	1564	275.00	0.50	17.57	19.40
6	Dorado	*Coryphaena hippurus*	281	503.00	2.00	71.62	83.04
7	Tecomate	*Hoplopagrus guntheri*	243	80.00	0.50	8.80	10.55
8	Sierra	*Scomberomorus sierra*	198	201.50	0.50	19.93	32.65
9	Alazán	*Lutjanus argentiventris*	125	33.00	0.50	8.79	7.43
10	Sarangola	*Microlepidotus brevipinnis*	77	125.00	0.50	14.22	18.16
11	Lunarejo	*Lutjanus guttatus*	74	114.00	1.50	16.79	16.72
12	Bacoco	*Anisotremus interruptus*	65	113.00	0.30	12.68	14.76
13	Medregal	*Seriola rivoliana*	54	86.50	1.00	13.56	14.49
14	Ronco	*Haemulon flaviguttatum*	51	205.00	1.00	16.25	31.46
15	Robalo	*Centropomus nigrescens*	48	75.00	2.00	16.31	15.99
16	Puerco	*Balistes polylepis*	42	582.00	1.50	63.96	112.42
17	Sandía	*Lutjanus inermis*	37	14.00	0.30	3.97	2.98
18	Ojo de perra	*Caranx sexfasciatus*	24	56.00	2.00	11.91	14.84
19	Colmillón	*Lutjanus jordani*	21	49.00	3.00	15.54	11.34
20	Mojarra	*Eucinostomus dowi*	21	107.00	0.50	8.25	22.79
21	Piriri	*Seriola peruviana*	21	24.00	2.50	7.44	6.03
22	Lenguado	*Cyclopsetta panamensis*	20	31.50	0.50	6.78	7.37
23	Bota	*Aluterus scriptus*	13	48.00	1.00	7.46	12.44
24	Albacora	*Elagatis bipinnulata*	10	21.00	1.00	6.95	5.60
25	Chula	*Sarda orientalis*	10	10.50	2.00	5.10	3.57
26	Pintillo	*Epinephelus analogus*	9	14.00	0.50	4.61	4.01
27	Zulema	*Kyphosus ocyurus*	9	10.50	1.00	4.00	3.19
28	Barbero	*Acanthurus xanthopterus*	9	75.00	1.50	16.93	23.85
29	Agujón	*Strongylura exilis*	6	15.00	1.00	4.92	5.15
30	Baqueta	*Epinephelus acanthistius*	5	7.00	1.50	3.50	2.15

Tabla 3

Nombre común, valor promedio, máximo y mínimo de la longitud estándar (cm) y peso promedio (g) de los organismos enteros cada especie, y número de individuos (n) medidos en la costa de Jalisco, de abril 2002 a diciembre 2003

	Nombre común	*N*	*prom*	*máx*	*mín*	*Peso (g)*
1	Pulpo [1]	226	17.80	38.40	7.77	445
2	Langosta [2]	199	9.01	14.20	6.50	437
3	Ostión [3]	142	9.34	14.00	5.00	221
4	Callo de hacha [3]	5	27.10	31.50	21.00	579
5	Huachinango	1,986	22.01	74.00	12.00	308
6	Dorado	55	85.98	115.00	41.50	5 562
7	Tecomate	55	34.63	58.50	18.00	1 649
8	Sierra	483	41.24	78.00	19.50	740
9	Alazán	621	25.13	53.00	12.50	478
10	Sarangola	1,107	21.41	33.50	12.40	1 107
11	Lunarejo	4,019	22.44	68.00	12.00	310
12	Bacoco	185	26.76	48.00	15.00	742
13	Medregal	22	58.24	105.00	24.50	4 171
14	Ronco chano	798	23.72	38.50	15.00	349
15	Robalo	76	33.19	82.00	15.30	621
16	Puerco	213	25.60	45.00	20.50	752
17	Sandía	314	20.80	28.50	13.50	226
18	Ojo de perra	75	24.70	61.00	16.50	373
19	Colmillón	47	49.24	81.00	18.00	2 993
20	Mojarra	210	17.48	34.00	11.50	188
21	Piriri	6	29.50	52.00	22.00	1 352
22	Lenguado	80	25.46	43.00	15.00	339
23	Bota	6	43.83	47.50	35.00	1 446
24	Albacora	8	41.56	57.00	22.00	1 230
25	Chula	37	48.24	59.00	35.50	2 042
26	Pintillo	14	34.27	55.00	23.00	1 512
27	Zulema	34	35.71	45.50	22.00	1 284
28	Barbero	12	23.85	31.00	16.00	726
29	Agujón	18	79.64	111.50	59.00	1 268
30	Baqueta	3	44.67	52.00	35.00	3 653

Nota. La medida de la longitud en los invertebrados se refiere a: [1] largo del manto; [2] largo del cefalotórax; [3] largo de la concha.

Análisis de la captura de la almadraba de Miramar, Manzanillo, Colima (1993-1998)

Elaine Espino Barr[*]
Ma. del Carmen Jiménez Quiroz[*]
Martha Noemí Granados Montes de Oca[*]
Arturo Garcia Boa[*]

Resumen

En la bahía de Santiago (municipio de Manzanillo, Colima) se halla una sociedad cooperativa que utiliza una almadraba tipo Daibo-Ami, en temporadas que duran nueve meses. El objetivo de este trabajo fue describir la producción y la operación del arte, así como inferir el efecto de esta trampa en la comunidad íctica, por medio de los cambios en la diversidad a lo largo de la temporada, y comparando la talla de los organismos capturados con éste y otros artes. Entre 1993 y 1998 la producción varió entre 32 y 150 $t \cdot año^{-1}$; las ganancias fueron variables, pero complementaron los ingresos de los pescadores. Se atraparon representantes de 62 especies, que por su valor comercial se catalogaron como de *primera* (8%), *segunda* (28%) y *tercera* categorías (64%). Las familias con mayor número de especies fueron la Carangidae (12 sp.: 37%), la Scombridae (dos sp.: 10.34 %), Balistidae (una sp.: 7.96 %) y Lutjanidae (tres sp.: 5.88 %). Se considera que esta trampa no afecta a la comunidad de peces de la bahía, ya que a pesar de que también retiene especies demersales (37%), los cambios en la diversidad y la abundancia estuvieron relacionados con la temperatura. La trampa captura individuos de una amplia gama de tallas y tiene la ventaja de que los pequeños pueden ser liberados sin sufrir daño.

Palabras clave: Almadraba, producción, estructura de la comunidad, relación con la temperatura, Colima

* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima C.P. 28200, México; Tel. (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com, escama@webtelmex.net.mx

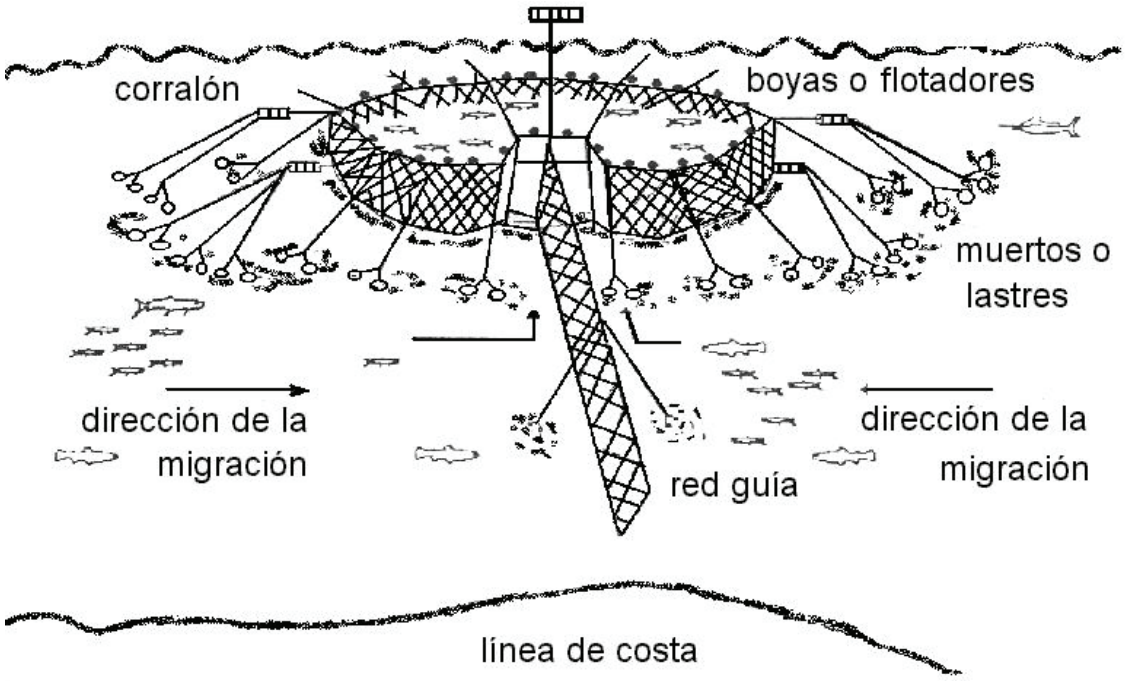
Introducción

La almadraba es un arte de pesca fijo que se coloca en las inmediaciones de la costa para capturar los cardúmenes de peces pelágicos durante sus migraciones (Fig. 1); tiene las ventajas de que funciona sin vigilancia y los organismos entran solos a la estructura; por otro lado, como se mantienen vivos hasta la cosecha, el pescado llega fresco y con buena calidad al mercado.

La almadraba es originaria de Arabia, pero fue modificada y perfeccionada en Japón (Matsumoto y Valle, 1978). Si bien en la actualidad hay más de 100 tipos, todas constan de tres partes fundamentales: cuerpo de la red (a la que también se le llama corralón o matadero), estructura flotante, y la red guía (González-Tiznado y Arce-Guzmán, 1991). Aunque el tamaño y diseño de la trampa dependen de la zona en la que se pretende instalar y de las especies objetivo, tienen la característica de que se colocan cerca de la costa, donde la profundidad varíe entre 15 y 20m, el tipo de sustrato sea blando (arenoso o lodoso-arenoso) y la altura de la marea menor a 1.5 m. El costo del arte puede alcanzar los cien mil pesos, dependiendo de su tamaño y de las características del área; no obstante, aunque la inversión inicial es elevada, el costo anual del mantenimiento es menor a 15% del monto inicial (Estrella-Hernández, 1987; Granados-Montes de Oca, 2000) y su durabilidad es de cuatro a cinco años, después de los cuales se deben cambiar los paños dañados.

En México empezó a utilizarse a partir de la década de los cuarenta, pero fue hasta 1974, a raíz del éxito de una almadraba colocada en Punta Mocambo (Veracruz) en 1968, que se desarrolló un programa para la instalación de 22 trampas en 17 estados, cuya primera etapa, de carácter experimental, se llevó a cabo en Veracruz y en algunas localidades (Tabla 1) del litoral comprendido entre Baja California Sur y Oaxaca (SEPESCA, 1984). En 1975 la Escuela Superior

Figura 1
Almadraba tipo Daibo-Ami, compuesta de la red guía, el corralón y la estructura flotante



Tomado de Estrella-Hernández, 1987.

de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit colocó una de estas artes en San Blas (Santana-Hernández[1], com. pers.), que operó regularmente durante la temporada de secas de varios años.

Sin embargo, actualmente hay muy pocas en uso debido a su alto costo, la complejidad de su construcción, la escasa información sobre los lugares idóneos para colocarlas, la falta de promoción y capacitación de los pescadores, así como a los problemas sociales que se derivan de la creencia de que afecta la estructura de la comunidad íctica y merma la captura de los pescadores que usan otros artes. En Manzanillo (Colima) una de estas redes se encuentra en operación desde 1987; originalmente fue instalada por técnicos y estudiantes del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CetMar), quienes posteriormente la donaron a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima SCL, aunque aún colaboran en la instalación y el mantenimiento (Estrella-Hernández, 1987).

La mayor parte de la información sobre almadrabas en México hace hincapié en su diseño, su instalación, su mantenimiento y su modo de operar (Nomura y Yamazaki, 1975; SEPESCA, 1981; SEPESCA, 1984; Valdez-Guzmán y Cruz-Suárez, 1984; Estrella-Hernández, 1987; Avendaño-García, 1988; González-Tiznado y Arce-Guzmán, 1991). Cabe mencionar que no hay registros sobre la relevancia de esta trampa en las pesquerías ribereñas de las localidades en las que están colocadas, ni sobre las características estructurales del conjunto de peces atrapados (que en el resto del texto será mencionado como *comunidad*[2]), por lo que este trabajo se desarrolló con información obtenida sobre la captura de la almadraba de la playa de Miramar (Manzanillo, Colima) del periodo 1993-1998 con dos objetivos: el primero fue determinar la rentabilidad del uso de la red, y el segundo, estimar su efecto en la comunidad de peces de la región; ya que si éste fuera negativo, la diversidad y la abundancia de los peces capturados en la red disminuirían durante los nueves meses que permanece en operación cada temporada y serían más pequeños que los obtenidos con otros artes, ya que la presión de pesca constante

1. Dr. Heriberto Santana-Hernández, responsable del programa de Tecnología de Capturas del Centro Regional de Investigación Pesquera-Manzanillo /INP/SAGARPA.

2. El término "comunidad" se refiere a un conjunto de poblaciones que coexisten en un área determinada (Margalef, 1980; Odum, 1982).

en la población afecta primero a los adultos viejos y posteriormente a las tallas subsiguientes (Klingenberg y Froese, 1991; Laroche y Ramananarivo, 1995; Klingenberg, 1996).

Por otro lado, las variaciones en la abundancia de los peces obtenidos con diversos métodos de captura por los pescadores ribereños de Manzanillo (Colima) están estrechamente relacionadas con las variables ambientales (Espino-Barr, 2000), de las cuales, la temperatura es la más fácil de medir y una de las más importantes (Murawski y Finn, 1988; Lluch-Belda *et al.*, 1991; Laevastu, 1995). Por ello, la hipótesis alternativa de este trabajo fue que los cambios en la estructura podrían ser resultado de las fluctuaciones térmicas más que del efecto de la trampa.

Métodos y materiales

La almadraba, así como las oficinas y el centro de acopio de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima SCL, se encuentran en la Boquita de Miramar, localizada en la zona oeste de la Bahía de Santiago, Colima. La trampa se instala en un punto ubicado en los 104°23'45" O y 19°06'15" N, donde la profundidad es de 15 metros.

El tipo de clima es cálido subhúmedo; la temperatura media anual es de 26.9 °C y la precipitación pluvial anual promedio es de 1 205.9 mm (INEGI, 2001). La temporada de lluvias inicia en junio y termina en diciembre; las precipitaciones torrenciales ocurren entre agosto y septiembre, cuando los huracanes pasan por las inmediaciones de la costa (Arano-Castañón y Guzmán-Barrera, 2001). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio anual es de aproximadamente 28 °C; la TSM más elevada se presenta entre julio y noviembre y la más baja entre febrero y mayo (NOAA, 1983-1991). Las características meteorológicas y oceanográficas de la zona cambian como resultado de la influencia del evento global denominado El Niño-La Oscilación del Sur (ENOS). Entre 1997 y 1998, durante el periodo de estudio, se presentó uno de los ENOS más fuertes de los últimos 50 años y alcanzó su máxima intensidad en el bimestre mayo-junio de 1997 y 1998.

Las corrientes marinas en la bahía de Santiago, originadas por la marea y el viento, son relativamente lentas como lo muestra el tamaño de grano de las playas, dominado como arenas finas. La dinámica de las corrientes litorales está determinada por el oleaje, el viento y las corrientes costeras (Luna y Zepeda, 1982; Galicia-Pérez, 1987, 1993).

Características de la almadraba

Se realizaron entrevistas basadas en un cuestionario, o de forma oral, a los pescadores para conocer la manera en que instalan y operan la almadraba, las características de la jornada de trabajo y su opinión sobre los cambios que ocurren en la captura a lo largo del año, así como sobre el monto de sus ganancias.

Volumen y composición de la captura. La información sobre la identidad de las especies y la proporción aportada por cada una de ellas se obtuvo de muestreos realizados diariamente en las oficinas de la cooperativa durante los meses de junio, julio, octubre y noviembre de 1997; y cada tercer día de diciembre de 1997 a junio de 1998. Las especies se identificaron con la ayuda de las claves de Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al*. (1979) y Chirichigno *et al*. (1982).

Por otro lado, a partir de la información obtenida de los archivos de la cooperativa, en los que se indica el nombre común de los peces, la producción diaria y su precio, se construyó una base de datos correspondiente a los intervalos 1993-1995 y 1997-1998, que se utilizó para calcular la captura promedio diaria durante ese periodo.

Las especies se clasificaron como: abundantes (A), constantes (C), ocasionales (O) y raras (R) con la prueba de asociación de Olmstead-Tukey. Con este propósito se elaboró una gráfica con la abundancia (ab) expresada como logaritmo natural, en el eje de las ordenadas, y la frecuencia (frec) en el de las abcisas. La mediana de ambas variables permitió delimitar cuatro cuadrantes y dependiendo de aquel en el que coincidieron *ab* y *frec*, se estableció su categoría. Fueron abundantes cuando ambas variables superaron la mediana; constantes cuando *ab* fue inferior a la mediana, pero *frec* fue mayor a ese parámetro; ocasionales cuando *ab* superó la mediana, pero *frec* fue menor; y raras cuando ambas variables fueron inferiores a la mediana. Este índice se aplicó a los datos totales.

Características de la comunidad de peces capturados con la almadraba. La diversidad se estimó con el índice de Shannon (Brower y Zar, 1977):

Ec. 1 $$H' = -\Sigma p_i \log_2 p_i$$
$$p_i = p_i P^{-1}$$

Donde: p_i es el peso de los individuos de la especie *i* y *P* es el peso total de la captura. El índice se basa en el número de individuos, pero se modificó porque la información proporcionada por la Cooperativa se refiere al peso. La diversidad máxima se calculó con la fórmula:

Ec. 2 $H'_{max} = \log_2 s$

Donde *s* es el número de especies. El índice de uniformidad (J') es el cociente entre *H'* y H'_{max}.

Comparación de la longitud de los individuos capturados con diferentes artes. Las tallas promedio (longitud estándar) de los individuos de las 20 especies más abundantes fueron comparadas con las de los organismos capturados con línea de mano (anzuelo núm. 9: 36x13 mm), palangre (anzuelo no. 5: 59x22 mm ó núm. 4: 67x24 mm), red agallera (con malla de 3, 3.5 y 4 pulgadas) y chinchorro playero (con malla de cuatro pulgadas en las alas y 2.5 pulgadas en el copo), por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la hipótesis nula de que los organismos que se introducen a la almadraba fueron más pequeños que los obtenidos con los otros métodos. La información sobre las tallas de los peces capturados con los otros artes se obtuvo de la base de datos correspondiente al estado de Colima del Programa Pesquerías Ribereñas del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (Espino-Barr *et al*., 2003); en ese Programa, los muestreos se realizaron durante una semana al mes en las tres zonas de acopio más importantes para la pesca ribereña del estado: Boca de Apiza, la Playita de en Medio y Miramar y corresponden al mismo periodo de tiempo. La descripción de las artes de pesca está incluida en Garcia-Boa *et al*. (1996).

Relación entre la temperatura ambiental y la abundancia de las especies más frecuentes. La temperatura ambiental (TA) se utilizó en el análisis porque fue registrada continuamente durante el periodo de estudio, mientras que los datos de la *TSM* fueron escasos. La información de la TA fue proporcionada por el Observatorio Meteorológico de Manzanillo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA/SEMARNAT) y la de la TSM se obtuvo de los boletines mensuales emitidos por la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA, 1983-1991). La relación entre la TA y la TSM se estableció con un análisis de regresión de Pearson; posteriormente se estimaron los parámetros estadísticos descriptivos de la TA diaria del 1 de enero de 1993 al 31 de diciembre de 1998 (N = 2191 días). Las anomalías térmicas mensuales estandarizadas se calcularon a partir del promedio y la desviación estándar de una base de datos de 20 años (1982-2001; N = 7 304 días).

Los índices de diversidad, uniformidad y la abundancia de todas las especies se relacionaron, con el método de regresión de Pearson (Zar, 1996), con la temperatura, las anomalías térmicas, el coeficiente de variación (CV) y la desviación estándar (DE) de la TA, con el objetivo de determinar las especies cuya abundancia fue influida por la variable (temperatura, anomalías térmicas) o la magnitud de sus cambios (CV y DE).

Resultados

La almadraba de Miramar está formada por tres secciones: el cuerpo de la red o corralón, la red guía y la estructura flotante (Fig. 1). La primera tiene forma de riñón, su eje más largo mide alrededor de 100 m y el más corto 40 m; está hecha con hilo de nylon tratado con alquitrán, de diferentes grosores (del número 15 al 30) y cuyo tamaño de malla es de 15 a 20 cm. Esta estructura se fija al fondo con muertos de concreto y arena. La red guía es de polietileno del número 30 y tamaño de malla de 25.4 cm; el material es de color amarillo para conducir a los peces hacia el corralón. La red guía tiene una longitud de 250 m y se coloca de manera transversal a la línea de costa. La estructura flotante mantiene el corralón en su lugar y está compuesta por tambos de 200 l y garrafones de 20 l, que se amarran a la red con hilo de polipropileno de 30 mm de diámetro.

La almadraba permanece instalada de octubre a junio, por lo que cada temporada de pesca dura aproximadamente nueve meses; cuando está fuera de operación, los pescadores la limpian, reparan y cambian los paños dañados.

El número de pescadores que trabaja en la trampa es de quince a veinte, quienes se desplazan a la almadraba en tres embarcaciones de 25 pies de eslora cada una, amarradas entre sí; la primera lleva un motor fuera de borda y remolca a las otras dos. Durante la temporada de pesca la almadraba se revisa cada 24 horas, excepto cuando aumenta el volumen de la captura, ya que entonces se examina cada 12 horas. Las boyas y los amarres se inspeccionan después de que se "despesca" el corralón. Las labores del día terminan con la venta del producto en la oficina de la cooperativa, por lo que la jornada dura, en total, de tres a cinco horas.

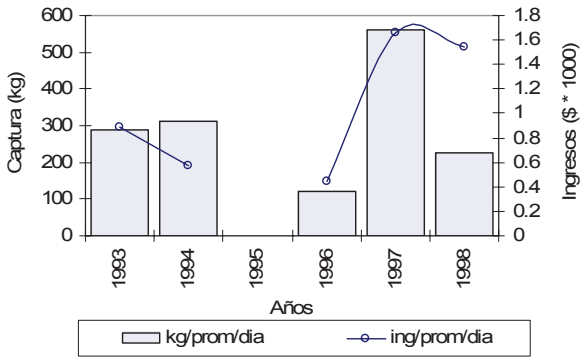
La comercialización se lleva a cabo por mayoreo o menudeo. Cuando el producto es muy abundante se conserva en el corralón hasta encontrar cliente, o se libera cuando esto no ocurre. Entre los compradores asiduos se encuentran los mismos socios, quienes revenden el producto preparado de diversas formas en los restaurantes o "palapas", que se encuentran a lo largo de la playa de Miramar.

El volumen de pesca obtenido anualmente en la almadraba fue de 32.67 t en 1996 y 150.83 t en 1997, con un promedio de 81.07 t. Diariamente se pescaron entre 100 y 600 kilogramos, con variaciones muy amplias, lo que no permitió que los pescadores planifica-

ran la compra de materiales y la venta del producto en el mediano y largo plazos. La ganancia promedio diaria dependió de la demanda, debido a que el precio del pescado se incrementa durante las temporadas de cuaresma y vacaciones; y del volumen de la captura, ya que cuando éste aumenta, el precio tiende a disminuir.

Entre 1993 y 1994 la producción de la almadraba se incrementó de 290 a 310 kg día^{-1}, mientras que los ingresos promedio diarios por pescador disminuyeron de $890 a $570. No fue posible obtener información de 1995, pero entre 1996 y 1997 la producción y el ingreso aumentaron hasta alcanzar 560 kg y $1 600 diarios, respectivamente. A partir de ese año las capturas disminuyeron a 227 kg, pero el ingreso se mantuvo aproximadamente en $1 500 diarios (Fig. 2). La ganancia neta semanal de cada pescador fue de $700.00, promediando todos los datos de 1993 a 1998. Los montos obtenido en 1993, 1996 y 1998 no se consideraron redituables.

Figura 2
Valores promedio diarios de captura de la almadraba y de los ingresos (ing) correspondientes, de 1993 a 1998



La captura estuvo compuesta por 62 especies de peces, 33 de las cuales representaron 88% del total. En relación con su importancia comercial, 8% de las especies fue de primera categoría, 28% de segunda y 64% de tercera.

La familia con mayor número de especies fue la Carangidae (doce especies), cuyos representantes alcanzaron 37% del volumen pescado; sin embargo, en el mercado se catalogan como especies de segunda y tercera clases, por lo que a menudo se utilizan como carnada. Otras familias importantes, por la abundancia de sus representantes, fueron la Scombridae (dos especies y 10.34%), Balistidae (una especie, 7.96%) y Lutjanidae (tres especies y 5.88% de la captura). En la *tabla 2* se observa que 34 especies (53%) son pelágicas y 30 (47%) demersales; otros dos rubros se refieren a un conjunto de especies que no pueden determinarse (carnada, escama y filete).

La prueba Olmstead-Tukey mostró que 27 especies fueron abundantes, cuatro constantes, cuatro ocasionales y 27 raras (Tabla 2). Las especies que se observaron con mayor frecuencia y que fueron más abundantes son el ojotón, el cocinero, la rasposa, el agujón, el pargo y la bota; las dos primeras aportaron los mayores volúmenes de captura (Fig. 3).

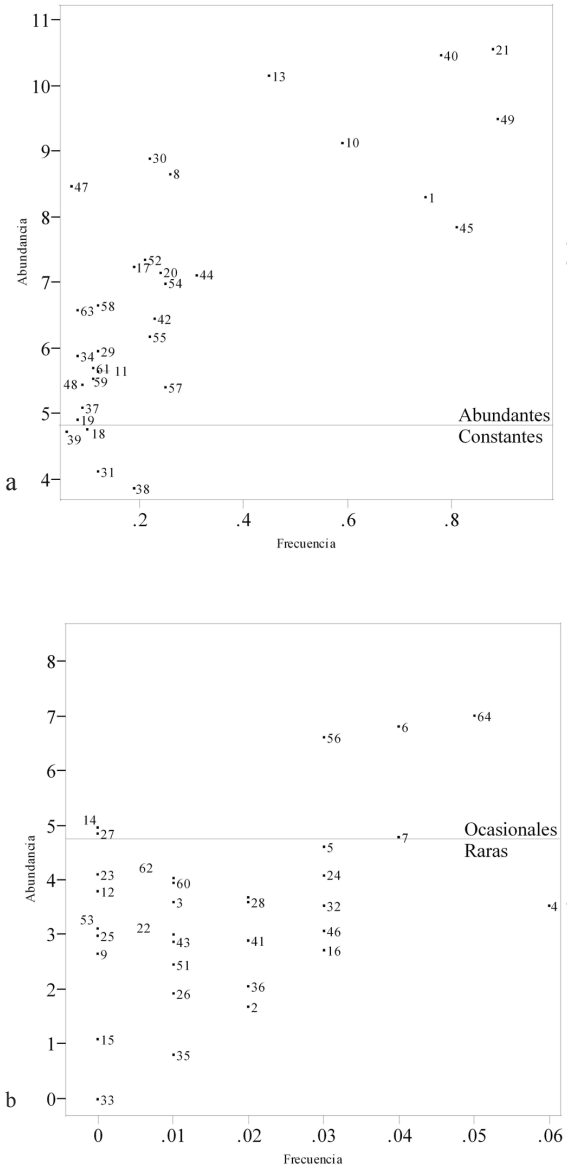
El número de especies por mes de muestreo varió entre siete y 34 (Tabla 3); la diversidad (H'), estimada a partir de los datos de peso, entre 1.36 y 3.25; los índices más bajos se registraron en diciembre de 1994 y de 1996, así como en abril de 1994 y marzo de 1998. Los valores extremos de la uniformidad (J') fueron 0.3 y 0.7; los más bajos se detectaron al final del invierno y el inicio de la primavera, mientras que los más elevados al final de la primavera y en el otoño (Tabla 3, Fig. 4a). La dominancia siguió la tendencia inversa a la uniformidad (Fig. 4b).

Los ANDEVA aplicados para comparar el valor de los índices entre meses, estaciones del año (invierno, primavera y otoño) y temporadas de pesca, no mostraron diferencias significativas entre ellos; sin embargo, las tendencias detectadas en la uniformidad los periodos enero-abril (negativa) y abril-junio (positiva) fueron significativas a 95% de confianza (Fig. 4a).

La *tabla 4* resume la talla promedio, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) de 20 especies capturadas con la almadraba, la red agallera, la línea de mano, el palangre y el chinchorro playero. Los ANDEVA mostraron diferencias significativas en la longitud por especie, según el arte de pesca empleado, excepto en los casos del cirujano y el tostón, que generalmente son pequeños. Los organismos de macabí, jurel, gallo, sandía y barracuda, atrapados por la almadraba, fueron más grandes que los capturados con redes y anzuelos; los representantes de otras doce especies fueron de menor tamaño, pero las diferencias no fueron significativas. Esto implica que esta trampa no captura indiscriminadamente organismos más pequeños que otros artes.

El coeficiente de variación sugiere que los organismos de macabí, gallo, huachinango, sandía y sierra retenidos en la almadraba, independientemente de su talla, fueron de tamaño más uniforme, lo que es ventajoso desde el punto de vista de su manejo comercial. Por otro lado, con la cuerda y el palangre se pescan individuos más grandes, mientras que la longitud de los organismos capturados con el chinchorro playero fue más diversa. Las especies con mayores variaciones fueron la sierra, el barrilete y el puerco (Tabla 4).

Figura 3
Diagramas resultantes de la prueba de Olmstead-Tukey



No.	N. Común	Clase	No.	N. Común	Clase
1	Agujón	a	33	Lupón	r
2	Albacora	r	34	Macabí	a
3	Atún	r	35	Malacapa	r
4	Bacoco	r	36	Medio	r
5	Barbero	r	37	Medregal	a
6	Barbilla	o	38	Mojarra	c
7	Barracuda	r	39	Ojo de perra	c
8	Barrilete	a	40	Ojotón	a
9	Berrugata	r	41	Palmeta	r
10	Bota	a	42	Palmilla	a
11	Buzo	a	43	Palometa	r
12	Calandria	r	44	Pámpano	a
13	Carnada	a	45	Pargo	a
14	Catalina	o	46	Pipeta	r
15	Cazón	r	47	Plátano	a
16	Charrita	r	48	Puerco	a
17	Chile	a	49	Rasposa	a
18	Chivo	c	50	Raya	r
19	Chocho	a	51	Robalo	r
20	Churpia	a	52	Ronco	a
21	Cocinero	a	53	Sábalo	r
22	Cuatete	r	54	Salmonete	a
23	Curvina	r	55	Sandía	a
24	Dorado	r	56	Sardina	o
25	Escama	r	57	Sierra	a
26	Filete	r	58	Tostón	a
27	Gallo	r	59	Trompeta	a
28	Garlopa	r	60	Vela	r
29	Huachinang	a	61	Volador	a
30	Jurel	a	62	Wahoo	r
31	Lenguado	c	63	Zopilote	a
32	Lisa	r	64	Zulema	o

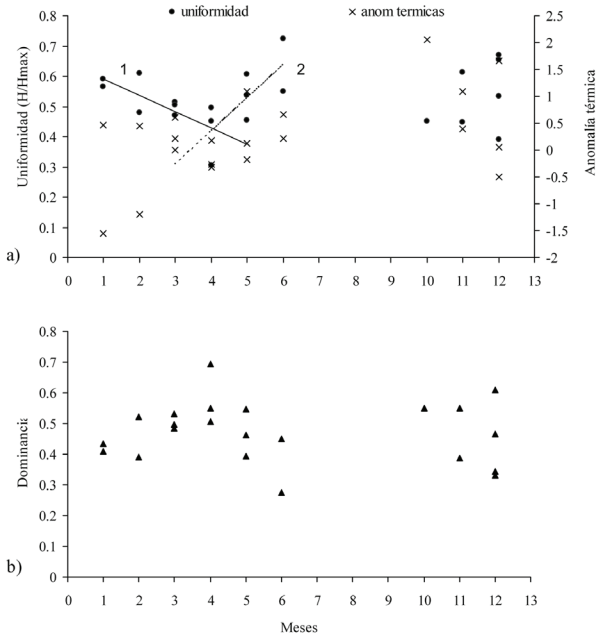
La gráfica se dividió en dos para destacar los cuadrantes de las especies ocasionales y raras: a) especies abundantes y constantes, y b) las ocasionales y raras. En la *tabla* se incluyen las categorías "carnada" y "filete", que agrupan a varias especies. Las líneas horizontales representan el valor de la mediana de la abundancia. Las claves de los nombres comunes de los peces se incluyen en la tabla.

La temperatura superficial del mar (TSM) y la ambiental (TA) estuvieron significativamente relacionadas entre sí (r^2 = 0.794, p<0.05, N = 103), lo que valida el uso de los datos de TA para explicar los cambios en las abundancias de las capturas. En el periodo de estudio, la temperatura del aire promedio mensual varió entre 23.2±0.66 y 29.11±0.94 °C; estos valores se registraron en febrero de 1998 y julio de 1997, respectivamente.

Las anomalías térmicas mensuales estandarizadas se encontraron entre -1.55 y 2.07. Los valores positivos fueron más frecuentes entre septiembre de 1994 y febrero de 1995, así como en el verano de 1997 (Fig. 5), probablemente relacionados con la presencia del ENOS; las anomalías negativas fueron más comunes en invierno, aunque destaca la intensidad de las registradas en 1997, previas a la aparición del evento. Por otro lado, la desviación estándar y el coeficiente de variación más pronunciados se registraron en la primavera de 1995 y de 1997 (Fig. 5).

Los análisis de regresión realizados entre los índices de la estructura de la comunidad y las variables térmicas sólo fueron significativos en el caso de la abundancia y el coeficiente de variación (r = 0.4172;

Figura 4
Variaciones de la uniformidad, la dominancia y las anomalías térmicas



La línea 1 muestra las tendencias de invierno (r = 0.73, $F'_{(1,9)}$ = 9.28; p = 0.015; N = 10) y la 2 la de verano (r = 0.75, $F'_{(1,7)}$ = 7.69; p = 0.032; N = 8).

p = 0.053; N = 22); el coeficiente de correlación r se incrementó ligeramente cuando el análisis se restringió al periodo enero-junio y se excluyeron los datos de 1997 (r = 0.5563; p = 0.055; N = 12). En ese caso también se encontró que la uniformidad estuvo directamente relacionada con la temperatura (r = 0.6015; p =0.039), e inversamente con la abundancia (r = -0.5461; p = 0.066).

Los análisis de correlación elaborados entre la abundancia de cada una de las especies y la temperatura, mostraron que sólo la bota (r = -0.45) arrojó resultados significativos a 95%, aunque otras cuatro especies lo fueron a 90%, mientras que las anomalías estuvieron significativamente correlacionadas con cinco especies (a 95% y 90% de confianza), entre las que destaca la sierra (Tabla 5). El coeficiente de variación y la desviación estándar mostraron mayor número de resultados significativos; en el primer caso fueron 12 especies, mientras que en el segundo, ocho. Los coeficientes obtenidos con la abundancia de la churpia, la sierra y el chile fueron negativos, si bien los resultantes del análisis con el buzo, el cocinero, el salmonete y la mojarra fueron positivos. Estos resultados sugieren que la abundancia de una mayor cantidad de especies fue determinada por las variaciones térmicas, más que por el valor de la temperatura o su anomalía.

Las especies que tuvieron mayor relación con la temperatura fueron la barracuda, el chile y la sierra; la primera fue rara y las otras dos fueron abundantes. En los tres casos se encontró que estuvieron directamente relacionados con la temperatura, e inversamente con su variabilidad.

Discusión

Producción y rentabilidad

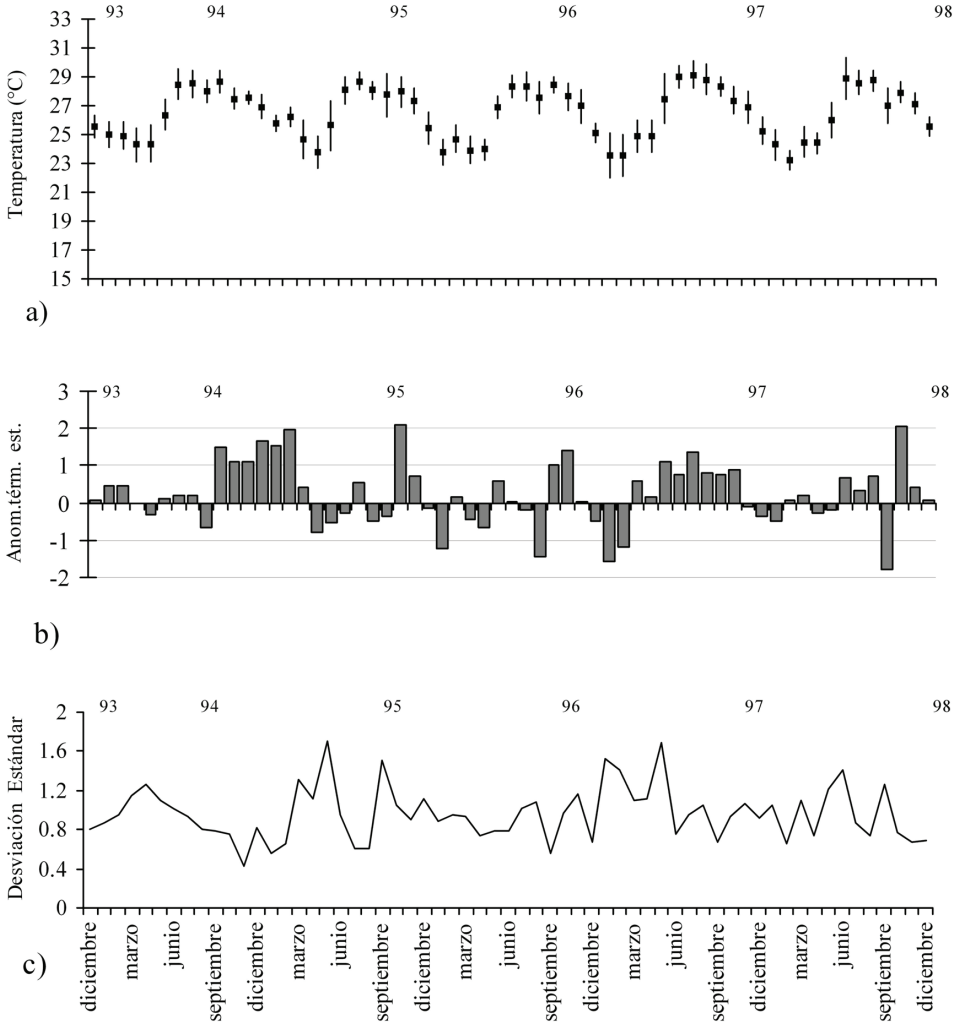
Entre la escasa información existente sobre la producción de las almadrabas se encuentra la de Mocambo, Veracruz, que produjo entre 30 y 70 t en tres meses de 1981 a 1983 (Valdez-Guzmán y Cruz-Suárez, 1984); la del ItMar de Veracruz, que proporcionó 18 t en 1988 (Avendaño-García, 1988), y la de la Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, que registró una captura diaria entre 0.6 y 2 t (SEPESCA, 1984). Durante el periodo de estudio, la almadraba de Miramar produjo, en promedio, 81.1 t por año, valor inferior al obtenido en otros lugares y que posiblemente se deba a las diferencias en el diseño del arte, las características de las zonas y de las comunidades de peces, así como de la presión de la pesca efectuada con otros métodos.

La producción obtenida por la trampa en 1993, 1996 y 1998, no fue redituable, aunque la cooperativa hizo el esfuerzo de mantenerla porque es una fuente de trabajo estable (Rojas-Campos, 1996), cuya jornada es matutina y de corta duración, que les deja tiempo libre para realizar otras actividades que les generen otros ingresos. Por otro lado, algunos pescadores pueden darle un valor agregado al producto al prepararlo para su venta en restaurantes y palapas (Rojas-Campos, 1996; Granados-Montes de Oca, 2000).

En relación con su categoría comercial, se capturan organismos de todas las clases, incluso las que Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988) denominan como "especies forraje", porque sirven de alimento a otras especies, y que comercialmente son llamadas *fauna acompañante* o "basura", cuando son de tallas pequeñas. Entre estas especies se encuentran los carángidos. Las especies más apreciadas son las que se comercializan rebanadas en filete y las de primera, porque aunque representan menos de diez por ciento del total, se venden por separado y a menudo con valor agregado.

Por otro lado, cuando la captura no tiene mercado, por ejemplo, la de especies de primera categoría, en tallas muy reducidas, se regresa al mar para que continúe su desarrollo.

Figura 5
Temperatura y anomalías térmicas estandarizadas prevalecientes durante el periodo de estudio



Información proporcionada por el Observatorio Meteorológico de Manzanillo, CONAGUA.

Efecto de la almadraba en la comunidad de peces. La repercusión de este arte de pesca en los peces de la bahía de Santiago (Colima) se puede estimar por medio del análisis de las características estructurales de la comunidad de peces capturada por la almadraba y por las tallas de los individuos atrapados:

1. Características estructurales de la comunidad: El objetivo de la almadraba de Miramar es retener especies pelágicas que se acercan a la costa durante su migración, por lo que se coloca en un área de fondo arenoso, alejada de la línea de costa y las áreas rocosas, donde con frecuencia se encuentran las zonas de reproducción o de pastoreo de los peces de la localidad (Pérez-Vivar, 1995); pero aun así se capturan especies demersales, lo que podría llegar a afectar la estructura de esta comunidad o de alguna población en particular.

Los cambios presentados por los índices de la estructura de la comunidad aparentemente responden a variaciones en el ambiente más que al efecto de la almadraba, aunque debe señalarse que los cálculos del índice de diversidad deben tomarse con reserva porque el uso de los valores de peso, en lugar del número de individuos, sesga el índice.

La temperatura tiene un efecto directo en la estructura de las comunidades ícticas (Dementeva, 1959; Lluch-Belda *et al*., 1991; Laevastu, 1995; Espino-Barr *et al*., 1997; Espino-Barr, 2000; Espino-Barr *et al.*, 2002). La tendencia negativa detectada en la uniformidad, aparentemente estuvo determinada en

el invierno por la temperatura, mientras que el incremento de la abundancia estuvo directamente relacionado con la variabilidad de la temperatura en el medio. Cabe señalar que la uniformidad estuvo inversamente relacionada con la abundancia, lo cual muestra que durante los meses más fríos se incrementa la dominancia de algunas especies.

Estos resultados sugieren que la diversidad y la abundancia de los peces mantienen ritmos estacionales relacionados con la marcha anual de la temperatura, que pareciera que pueden alterarse como resultado de eventos extraordinarios, como el ENOS. Así, si bien el índice de diversidad mostró un pequeño decremento entre el invierno y la primavera en 1994 y 1998, acorde con las bajas temperaturas que a menudo se registran en ese periodo, en diciembre de 1994 y 1996, cuando las condiciones ambientales fueron anómalas también se detectaron valores bajos de la diversidad. La presencia de un Niño moderado entre septiembre de 1994 y enero de 1995 se manifestó por medio de anomalías térmicas positivas en el otoño de 1994 y el invierno de 1995. Por el contrario, el evento particularmente intenso que ocurrió entre 1997 y 1998, produjo anomalías térmicas negativas muy intensas entre diciembre de 1996 y febrero de 1997.

En este trabajo se observó que fue mayor la cantidad de organismos cuya abundancia estuvo relacionada con los cambios de la temperatura, más que con la variable en sí. Es probable que en algunos casos la longitud de la serie de tiempo haya afectado el resultado de los análisis, pero también, que los resultados sean producto de condiciones ambientales anómalas. Los pescadores conocen empíricamente estos efectos y saben que afectan la producción con la almadraba y, por consiguiente, su economía (Granados-Montes de Oca, 2000).

2. Talla de los organismos capturados. Algunos artes de pesca capturan juveniles, lo que perjudica a las poblaciones. Ha sido una creencia muy extendida entre los pescadores ribereños, los inspectores y los administradores de la pesca, que la almadraba retiene individuos pequeños; no obstante, los peces observados durante el muestreo fueron de una amplia gama de tallas, incluyendo juveniles, pero, a diferencia de otros artes, ésta permite liberarlos vivos y sin daño.

Este método de pesca no discrimina las tallas de los individuos, como sí ocurre con las redes agalleras o los anzuelos; sin embargo, como lo sugiere el coeficiente de variación, es posible que haya cierto grado de selección de los organismos capturados, realizado por los pescadores, con base en su comercialización. Esto también indica que es necesario hacer pruebas de selectividad de los artes de pesca para cada especie, así como analizar las tallas y edades de primera reproducción de las especies, para sugerir un plan de manejo con éste y otros artes de pesca.

Conclusiones

Durante el periodo de estudio, comprendido entre 1993 a 1998, la almadraba fue una fuente de ingresos constante para los pescadores, en ocasiones muy importante porque se capturaba mucho producto, y otras veces sólo suficiente para mantener el arte de pesca.

Esta trampa captura hasta 62 especies de peces a lo largo de la temporada, aunque se registraron entre siete y 32 especies por día. La diversidad de especies fue menor en invierno y al inicio de la primavera, y más grande al final de primavera y otoño.

La talla de los peces atrapados por la almadraba no fue más pequeña que la de los organismos capturados con otros artes de pesca, pero sí más uniformes.

Las variaciones en la diversidad aparentemente están relacionadas con la marcha anual de la temperatura, aunque puede sufrir modificaciones como resultado de eventos extraordinarios, como el ENOS. Esto permite suponer que la estructura de la comunidad se modifica como resultado de las condiciones ambientales, más que por el efecto de la almadraba.

Agradecimientos

La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima, SCL, proporcionó la información necesaria para elaborar este manuscrito, por lo que agradecemos su apoyo.

Referencias bibliográficas

AVENDAÑO-GARCÍA, B. 1988. *Diseño, construcción y operación de una almadraba tipo BEN-AVEN de costo reducido*. Reporte final, ITMAR. Nayarit. 28p.

ARANO-CASTAÑÓN, A. y R.M. Guzmán-Barrera (comps.). 2001. *Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular relativa al proyecto: Rehabilitación y mantenimiento del sistema de enfriamiento de la Central Termoeléctrica Manzanillo*. CFE, CRIP-Manzanillo, INP, Manzanillo. 298p.

BROWER, J.E. y J.H. Zar. 1979. *Field and laboratory methods for general Ecology*. Brown. Iowa, EU. 194 p.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. INP, Depto. Pesca, México. 298p.

CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. INFOPESCA.* PNUD, SIC, FAO, Roma. 588p.

Dementeva, T.F. 1959. *Methods of studying the effect of environmental factors on the fluctuations in the abundance of the Azov anchovy*. Translation Series 239, Fisheries Research Board of Canada. 45p.

Espino-Barr, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis doctoral, Fac. de Veterinaria, UdeC, Colima. 120p.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. conabio, inp, México. 125p.

Espino-Barr, E., R. Macías-Zamora, M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 1997. Catch per unit effort trends in the coastal fishery of Manzanillo, Colima, México. *Fisheries management and ecology*, 4: 255-261.

Espino-Barr, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: A case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in fish biology and fisheries*, 12(4): 393-401.

Estrella-Hernández, F. 1987. *Guía de estudios de equipos pesqueros II*. cet mar, Colima. 31p.

Galicia-Pérez, M.A. 1987. *Modelación hidrodinámica numérica de las Bahías de Manzanillo y Santiago.* Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. unam, México. 61p.

Galicia-Pérez, M.A.. 1993. *Modelisation hydrodynamique numerique tridimensionnelle de la Baie de Manzanillo (Mexique).* Tesis de doctorado en Oceanología. Universite de Liege, Bélgica. 190p.

Garcia-Boa, A., M. Cruz-Romero, y E. Espino-Barr. 1996. Catálogo de artes de pesca ribereñas del estado de Colima. *Oceanología*, 4(12): 163-179.

González-Tiznado J. y R. Arce-Guzmán. 1991. *Reestructuración y comparación de una almadraba tipo Otoshi- Ami con respecto a otros trabajos*. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 12p.

Granados-Montes de Oca, N. 2000. *Evaluación de un arte de pesca: la almadraba ubicada en Miramar, Colima*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UdeC, Manzanillo. 75p.

inegi. 2001. *Anuario estadístico de Colima*. México. 540p.

Klingenberg, C.P. 1996. Multivariate allometry. En: L.F. Marcus, M. Conti, A. Loy, G.J. Naylor, D.E. Slice (eds.). *Advances in morphometrics. Proceedings of the nato-asi on morphometrics.* Plenum Press, Nueva York. pp. 23-49.

Klingenberg, C.P. y R. Froese. 1991. A multivariate comparison of allometric growth patterns. *Syst. Zool*., 40(4): 410-419.

Laevastu, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries*. John Wiley & Sons. Nueva York. 204p.

Laroche, J. y N. Ramananarivo. 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar). *Coral Reefs,* 14: 193-200.

Lluch-Belda, D., D.B. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez, C.A. Salinas-Zavala y R.A. Schwartzlose. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. *Calcofi Rep*., 32:1-7.

Luna, H.J.R. y G.J.A. Zepeda. 1982. *Hidrología y estratigrafía de la laguna de Juluapan, Col.* Dirección General de Oceanografía. Instituto Oceanográfico. semar, Manzanillo. 56p.

Margalef, R. 1980. *Ecología.* Omega, España. 951p.

Matsumoto K. y A.J. Valle. 1978. *Diseño, construcción y operación de almadrabas*. Japan International Cooperation Agency, México. 65p.

Murawski, S.A. y J.T. Finn. 1988. Biological basis for mixed-species fisheries: species co-distribution in relation to environmental and biotic variables. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 45: 1720-1735.

noaa. 1983-1991. *Oceanographic monthly summary. National Oceanic and Atmospheric Administration*. us Dep. of Commerce. National Weather Service/ National Earth Satellite Service. 83- 87(1): 1-12.

Nomura, M. y T. Yamazaki. 1975. *Fishing techniques*. jica, Tokio, Japón. 206p.

Odum, E.P. 1982. *Ecología*. Interamericana, México. 639p.

Pérez-Vivar, T.L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México.* Tesis de licenciatura. cucba, UdeG, Guadalajara.109p.

Ramírez-Hernández, E. y A. González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. sic/inp, México. 462p.

Rojas-Campos, V. 1996. *La situación socioeconómica actual de la pesca ribereña en la costa del estado de Colima*. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 71p.

sepesca. 1981. *Artes y métodos de pesca. Manual de Capacitación*. Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera, México. 48p.

sepesca. 1984. Programa Piloto de Unidades de Producción Mediante Red Almadraba. Informe Interno. Subdirección de Organización, México. 6p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch, 1979. *Reef fishes of the sea of Cortez*. John Wiley & Sons, eu. 302p.

Valdéz-Guzmán, A. y E. Cruz-Suárez. 1984. *Opinión técnica sobre la instalación de dos almadrabas en la zona de Punta Mocambo, Veracruz*. Informe Interno, crip- Alvarado, inp, México. 9p.

Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos. Fundamentos en costas tropicales*. agt, México. 228p.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª. ed., Prentice Hall. eu. 662p.

Tabla 1
Almadrabas instaladas en México entre 1974 y 1987

Lugar	*Año*	*Tipo*	*Institución*	*Observaciones*
Playa Norte, Ver.	1974	Daibo-Ami	itmar, Ver.	Permaneció instalada menos de un año
Antón Lizardo, Mpio. de Alvarado, Ver.	1975		itmar. Ver.	No dio el resultado esperado
La Campana, Mpio. de San Blas, Nay.	1975	Daibo Ami	esip (uan) Nay.	Fue la primera en el Pacífico.
Mocambo, Ver.	1976	Otoshi –Ami	itmar, Ver.	Fue instalada por particulares con buenos resultados
San Francisco, Nay.	1976	Daibo Ami	cecytem, Nay.	Fines didácticos. Se cambió a Punta Mita, Nay.
Punta Mita, Nay.	1978	Daibo Ami	cecytem, Nay.	Fines didácticos
La Cruz de Huanacaxtle, Nay.	1979	Daibo-Ami	cecytem, Nay.	Fines didácticos, buenos resultados.
La Paz , bcs.	1980	Daibo-Ami	cetmar	Dejó de operar por la cantidad de mamíferos marinos que capturaba.

Barra de Potosí Gro, Tecuanapa, Gro., Islas Marías.	1984	Daibo Ami	DEPESCA y la SEP	Estas fueron financiadas por el Estado y el Gobierno Federal.
Manzanillo, Col.	1986	Daibo Ami	CECYTEM Mzllo.	Fue donada por el CECYTEM de Guaymas con buenos resultados. Dejó de operar por daños en la red.
Manzanillo, Col.	1987	Daibo Ami	CECYTEM Mzllo.	Concesionada a la Sociedad Cooperativa Costa de Colima.

Fuente: SEPESCA, 1984; Estrella-Hernández, 1987.

Tabla 2

Nombre común, científico y clasificación de las especies de acuerdo con la prueba de Tukey Olmstead

Núm.	*N. común*	*Especie*	*Hábitat*	*Frecuencia*	*Abundancia (ln)*	*Clase*
49	Rasposa	*Haemulon maculicauda*	D	0.89	9.52	A
21	Cocinero	*Caranx caballus*	P	0.88	10.57	A
45	Pargo	*Lutjanus argentiventris*	D	0.81	7.86	A
40	Ojotón	*Selar crumenophthalmus*	P	0.78	10.49	A
1	Agujón	*Strongylura exilis*	D	0.75	8.32	A
10	Bota	*Aluterus conoceros*	D	0.59	9.15	A
13	Carnada			0.45	10.17	A
44	Pámpano	*Caranx otrynter*	P	0.31	7.12	A
8	Barrilete	*Euthynnus lineatus*	P	0.26	8.67	A
57	Sierra	*Scomberomorus sierra*	P	0.25	5.41	A
54	Salmonete	*Xenichthys xanti*	D	0.25	6.99	A
20	Churpia	*Haemulon steindachneri*	D	0.24	7.17	A
42	Palmilla	*Trachinotus rhodopus*	P	0.23	6.47	A
55	Sandía	*Lutjanus inermes*	D	0.22	6.19	A
30	Jurel	*Caranx caninus*	P	0.22	8.91	A
52	Ronco	*Haemulon flaviguttatum*	D	0.21	7.37	A
17	Chile	*Elops affinis*	P	0.19	7.25	A
29	Huachinango	*Lutjanus peru*	D	0.12	5.97	A
58	Tostón	*Selene brevoortii*	D	0.12	6.67	A
11	Buzo	*Sphyraena ensis*	P	0.12	5.65	A
61	Volador	*Cypselurus callopterus*	P	0.11	5.72	A
59	Trompeta	*Fistularia commersonii*	P	0.11	5.54	A
37	Medregal	*Seriola rivoliana*	P	0.09	5.11	A
48	Puerco	*Balistes polylepis*	D	0.09	5.46	A
63	Zopilote	*Chaetodipterus zonatus*	D	0.08	6.59	A
34	Macabí	*Albula culpes*	P	0.08	5.89	A
47	Plátano	*Decapterus muroadsi*	P	0.07	8.49	A
19	Chocho	*Caranx vinctus*	D	0.08	4.93	A
18	Chivo	*Mulloidichthys dentatus*	D	0.1	4.78	C
39	Ojo de perra	*Caranx sexfasciatus*	P	0.06	4.74	C
31	Lenguado	*Cyclopsetta panamensis*	D	0.12	4.14	C
38	Mojarra	*Eucinostomus argenteus*	D	0.19	3.87	C
64	Zulema	*Kyphosus ocyurus*	P	0.05	7.03	O
6	Barbilla	*Polydactilus approximans*	D	0.04	6.82	O
56	Sardina	*Ophistonema libertate*	P	0.03	6.62	O
14	Catalina	*Chloroscombrus orqueta*	D	0	4.97	O
4	Bacoco	*Anisotremus interruptus*	D	0.06	3.55	R
27	Gallo	*Nematistius pectoralis*	P	0	4.87	R
7	Barracuda	*Sphyraena argentea*	P	0.04	4.81	R
5	Barbero	*Acanthurus xanthopterus*	D	0.03	4.62	R
23	Curvina	*Menticirrhus undulatus*	D	0	4.11	R
24	Dorado	*Coryphaena hippurus*	P	0.03	4.09	R
62	Wahoo	*Acanthocybium solandri*	P	0.01	4.06	R
60	Vela	*Istiophorus platypterus*	P	0.01	3.97	R
12	Calandria	*Prionurus punctatus*	D	0	3.82	R
50	Raya	*Gymnura sp.*	P	0.02	3.71	R
3	Atún	*Thunnus albacares*	P	0.01	3.62	R
28	Garlopa	*Lobotes pacificus*	D	0.02	3.61	R
32	Lisa	*Mugil curema*	D	0.03	3.55	R
53	Sábalo	*Chanos chanos*	P	0	3.14	R

Núm.	*N. común*	*Especie*	*Hábitat*	*Frecuencia*	*Abundancia (ln)*	*Clase*
46	Pipeta	*Fistularia corneta*	P	0.03	3.09	R
22	Cuatete	*Arius seemanni*	D	0.01	3.02	R
25	Escama			0	3	R
41	Palmeta	*Trachinotus paitensis*	P	0.02	2.92	R
43	Palometa	*Trachinotus kennedyi*	P	0.01	2.89	R
16	Charrita	*Eucinostomus currani*	D	0.03	2.74	R
9	Berrugata	*Umbrina xanti*	D	0	2.67	R
51	Robalo	*Centropomus nigrescens*	P	0.01	2.48	R
36	Medio	*Achirus scutum*	D	0.02	2.08	R
26	Filete			0.01	1.95	R
2	Albacora	*Elagatis bipinnulata*	P	0.02	1.7	R
15	Cazón	*Carcharhinus sp.*	P	0	1.1	R
35	Malacapa	*Diapterus peruvianus*	D	0.01	0.81	R
33	Lupón	*Scorpaena histrio*	D	0	0	R

Información de todo el período de estudio. El término "carnada" agrupa una amplia variedad de especies de talla pequeña. A= abundantes; C= constantes; O= ocasionales; R= raras. El hábitat se refiere a D=demersal y P= pelágico.

Tabla 3

Riqueza específica e indicadores de la estructura de la comunidad calculados de la captura de la almadraba

	Riqueza de especies	*Diversidad (H')*	*H'max*	*Uniformidad (J'=H'/H'max)*	*Dominancia (1-J')*
Dic.93	27	3.18	4.75	0.67	0.33
Ene.94	25	2.74	4.64	0.59	0.41
Feb.94	21	2.67	4.39	0.61	0.39
Mar.94	33	2.60	5.04	0.52	0.48
Abr.94	22	1.36	4.46	0.31	0.69
May.94	27	2.16	4.75	0.45	0.55
Jun.94	11	2.51	3.46	0.72	0.28
Nov.94	26	2.11	4.70	0.45	0.55
Dic.94	22	1.74	4.46	0.39	0.61
Dic.96	7	1.50	2.81	0.53	0.47
Ene.97	27	2.69	4.75	0.57	0.43
Feb.97	30	2.35	4.91	0.48	0.52
Mar.97	31	2.32	4.95	0.47	0.53
Abr.97	29	2.40	4.86	0.49	0.51
May.97	34	2.73	5.09	0.54	0.46
Mar.98	14	1.92	3.81	0.50	0.50
Abr.98	24	2.06	4.58	0.45	0.55
May.98	23	2.74	4.52	0.61	0.39
Jun.98	15	2.14	3.91	0.55	0.45
Oct.98	30	2.21	4.91	0.45	0.55
Nov.98	23	2.77	4.52	0.61	0.39
Dic.98	31	3.25	4.95	0.66	0.34

Tabla 4
Longitud estándar promedio (± desviación estándar) y coeficiente de variación (CV) de las 20 especies capturadas con mayor frecuencia en la almadraba, palangre, cuerda o línea de mano, red agallera y chinchorro playero

Nombre común	*Almadraba*			*Palangre*			*Cuerda*			*Red*			*Chinchorro*			*F'*
	MEDIA	*DE*	*CV*	*MEDIA*	*DE*	*CV*	*MEDIA*	*DE*	*CV*	*MEDIA*	*DE*	*CV*	*MEDIA*	*DESde*	*CV*	
Macabí	31.63	1.24	3.92				31.42	3.14	9.99	29.42	3.66	12.44				10.63
Agujón	63.38	11.54	18.21				99.56	22.22	22.32	94.71	19.43	20.52	69.60	14.23	20.45	22.69
Jurel	40.18	16.17	40.24	52.97	11.20	21.14	38.22	15.62	40.87	27.84	10.81	38.83	37.18	6.16	16.57	31.44
Cocinero	20.14	2.60	12.91	24.44	1.52	6.22	26.82	5.32	19.84	25.55	5.61	21.96	20.30	2.46	12.12	669.68
Pámpano	25.09	14.74	58.75	37.10	5.05	13.61	34.02	9.70	28.51	28.50	7.35	25.79				5.39
Tostón*	17.91	1.46	8.15				22.25	9.55	42.92	17.79	3.18	17.88				2.82
Palmilla	17.98	2.13	11.85				22.16	6.64	29.96	20.90	4.97	23.78				12.75
Palometa	18.52	6.07	32.78				40.17	12.41	30.89	18.21	7.08	38.88				13.41
Gallo	79.17	5.34	6.74	77.30	13.88	17.96	75.03	13.73	18.30	59.30	12.38	20.88				8.08
Huachinango	19.55	4.01	20.51	29.05	11.38	39.17	19.29	4.93	25.56	26.26	6.54	24.90				39.91
Alazán	25.60	10.14	39.61	15.53	3.40	21.89	31.80	8.17	25.69	29.20	7.80	26.71				340.03
Sandía	20.30	0.36	1.77	25.15	2.62	10.42	19.91	2.94	14.77	20.82	2.02	9.70				3.23
Chivo	17.55	4.34	24.73				22.77	1.86	8.17	22.17	2.50	11.28				319.63
Zulema	36.37	3.24	8.91	70.50	0.71	1.01	38.75	4.60	11.87	32.61	9.34	28.64				15.91
Zopilote	16.02	4.09	25.53				13.75	1.77	12.87	22.23	5.35	24.07				12.13
Barracuda o buzo	106.83	12.91	12.08	56.97	7.64	13.41	36.42	6.35	17.44	45.25	18.39	40.64				82.07
Cirujano*	27.21	5.70	20.95				30.24	4.33	14.32	25.85	6.62	25.61				1.26
Sierra	42.45	6.35	14.96	54.87	11.96	21.80	42.00	8.99	21.40	42.41	5.44	12.83	45.49	40.32	88.63	22.16
Barrilete	35.97	8.28	23.02	45.79	4.04	8.82	47.44	3.36	7.08	40.92	7.12	17.40	42.92	10.18	23.72	40.59
Puerco	18.61	3.81	20.47				20.70	3.40	16.43	27.90	2.92	10.47	13.90	8.63	62.09	13.71

* ANOVAS no significativos

Tabla 5
Especies que arrojaron valores significativos en las regresiones aplicadas con las diferentes variables térmicas

	Temperatura		*Anomalía*		*DE*		*CV*		
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*N*
Barracuda	0.390	0.072	0.458	0.032			-0.390	0.073	8
Bota	-0.459	0.032	-0.343	0.118					18
Buzo					0.607	0.003	0.585	0.004	13
Chile	0.398	0.067	0.464	0.029	-0.543	0.009	-0.564	0.006	11
Chocho					0.374	0.086	0.395	0.069	10
Churpia					-0.637	0.001	-0.643	0.001	9
Cocinero					0.435	0.043	0.486	0.022	22
Jurel			0.489	0.021					10
Medregal					0.373	0.088	0.406	0.061	10
Mojarra					0.463	0.030	0.445	0.038	17
Palmilla					0.453	0.034	0.390	0.073	16
Plátano					0.386	0.076	0.394	0.070	9
Salmonete					0.431	0.045	0.455	0.033	12
Sandía	-0.416	0.054							12
Sierra	0.371	0.089	0.560	0.007	-0.553	0.008	-0.575	0.005	14
Volador			0.383	0.078					7
Zopilote			0.347	0.114					6

El número de datos (N) se refiere al número de meses en los que se detectaron representantes de la especie. En gris se destacan las especies que estuvieron correlacionadas con la temperatura y su variabilidad

Pesquerías

Tecnología de captura

Listado de artes de pesca empleadas en la costa del estado de Michoacán

Carlos Meléndez Galicia[*]
Daniel Hernández Montaño[*]
Alejandro C. Romero Acosta[*]

Resumen

La flota pesquera artesanal michoacana opera en nueve zonas, cuyos centros de acopio se ubican en Lázaro Cárdenas, Playa Azul, Las Peñas, El Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza. Cada mes (marzo-diciembre 2003) se visitaron estos centros para medir los artes de pesca y entrevistar a los pescadores. La flota consta de 312 embarcaciones de fibra de vidrio, cuya eslora midió entre siete y 8.5 m, la potencia de los motores varió entre 40 y 150 hp. Los artes de pesca y métodos más utilizados fueron redes agalleras ("trasmallos") de fondo y superficie, que se usan todo el año pero en mayor cantidad cuando abundan la sierra y el huachinango; las líneas de mano y anzuelo, que se trabajan en los fondos rocosos, durante un lapso de ocho a 10 hr; el palangre de fondo (cimbra), conformado por una línea madre y un número variable de anzuelos (100-500), que se utilizan principalmente entre junio y noviembre; la atarraya, en sus variantes de *bolsa* y *atómica*, usada para la captura de carnada viva; el buceo, semi-autónomo y autónomo, para la recolección de langosta, pulpo, ostión y pargos. Estos artes han sido modificados por los pescadores y su uso depende tanto de de las condiciones del medio como del comportamiento de la especie objetivo.

Palabras clave: Catálogo, artes de pesca, pesca artesanal, Michoacán.

Introducción

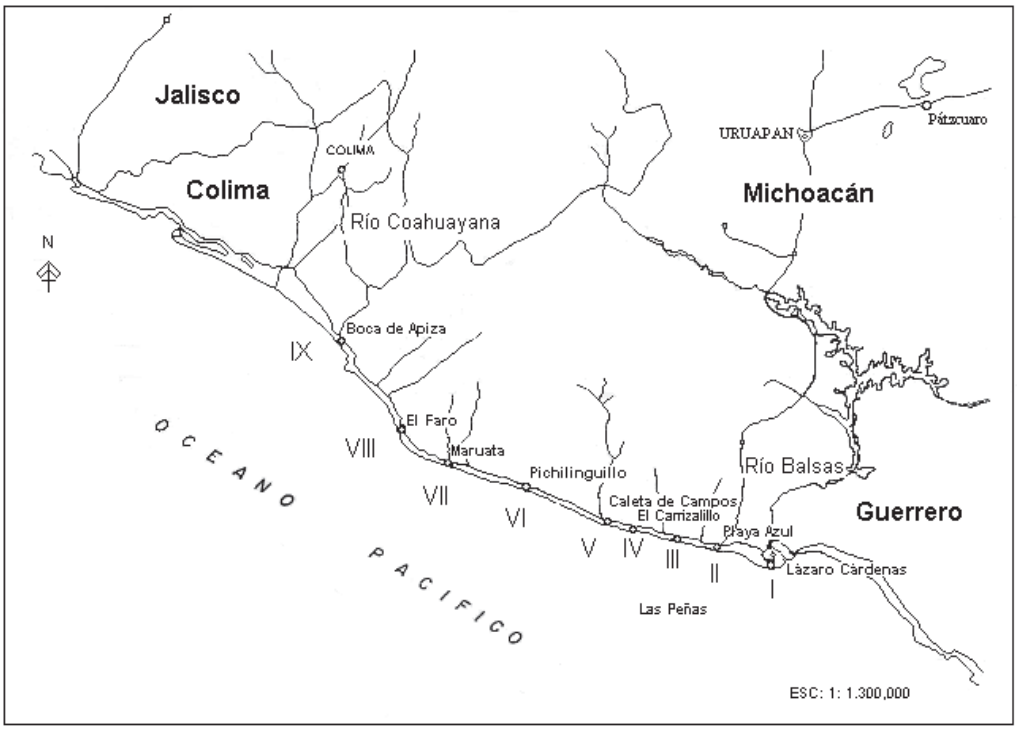
La pesca ribereña, también llamada costera o artesanal, se realiza en las inmediaciones de la costa y en los cuerpos de agua litorales, y se caracteriza por la gran cantidad de trabajadores y de pequeñas embarcaciones que participan en esta actividad. En México, 268 727 personas dependen de manera directa de la producción pesquera para su subsistencia, población que se ha incrementado a una tasa de 1.23% anual entre 1992 y 2001, especialmente en el Pacífico (1.17% anual). Este crecimiento poblacional es modesto en comparación con el acelerado aumento en el número de embarcaciones dedicadas a la pesca ribereña, puesto que muchos pescadores que antes laboraban en navíos de altura y mediana altura, ahora trabajan en pequeñas lanchas; esto es, hay cambios que están modificando la estructura social y económica de la pesca en el país (FAO, 2002).

Aunque esta actividad abastece una elevada proporción del consumo interno de pescado y mariscos, la tendencia histórica de las capturas de la pesca ribereña ha sido muy variable y, en algunos casos, negativa. Por ejemplo, la producción pesquera en la costa michoacana en 1990 fue de 1 212 t, mientras que en 1995 llegó a las 777 t, en 1997 fue de 1 088 t y en 1999 nuevamente fue de alrededor de 600 t. Este descenso es atribuible a la sobrepesca (aumento de pescadores y artes de pesca), al deficiente registro de captura y a la falta de una administración adecuada de los recursos (Hernández-Montaño *et al*., 2002).

En el litoral del Pacífico centro, el esfuerzo pesquero y los artes de la flota ribereña han estado dirigidos a la extracción de tiburón y de escama, en general (Cruz-Romero *et al*., 1990). En la costa michoacana algunas especies de las familias de tiburones Triakidae, Carcharhinidae y Sphyrnidae son muy apreciadas; mientras que de las aproximadamente 55 especies de escama que se capturan, las más valoradas pertenecen a las familias Lutjanidae, que comprende a los huachinangos y pargos; Scombridae, que incluye a la sierra y el barrilete; Centropomidae, a la que pertenecen los robalos, y Carangidae, que abarca al jurel, cocinero y ojotón (Ramírez-Hernández y Gon-

[*] CRIP-Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca. Ibarra 28, Col. Ibarra Pátzcuaro, Michoacán. Correo electrónico: cripatz@prodigy.net.mx; cmelendez64@hotmail.com

Figura 1
Mapa de localización de las nueve zonas importantes de pesca en el litoral del estado de Michoacán



I: Lázaro Cárdenas; II: Playa Azul; III: Las Peñas; IV: el Carrizalillo; V:Caleta de Campos; VI: Pichilinguillo; VII: Maruata; VIII: El Faro; IX: Boca de Apiza.

zález-Pagés, 1976). También se extraen cinco especies de crustáceos, entre los que destacan las langostas de la familia Palinuridae y cinco especies de moluscos.

Las herramientas de trabajo empleadas por los pescadores ribereños en México incluyen redes, líneas con anzuelos, trampas y otras. Cabe señalar que, aunque la tecnología de los equipos pesqueros proviene del extranjero (Ruiz-Luna y Madrid-Vera, 1997), éstos han sido modificados y adaptados a las peculiaridades de las zonas y recursos de cada entidad, gracias a la habilidad, la creatividad y la experiencia de los pescadores.

El objetivo de este documento es describir las características de los artes de pesca que se utilizan en el litoral del estado de Michoacán, así como la frecuencia con la que son utilizados por los pescadores en las nueve comunidades pesqueras ribereñas que existen en el litoral del estado de Michoacán. También se presentan las características de las embarcaciones y los motores utilizados.

Métodos y materiales

El litoral del estado de Michoacán se caracteriza porque su plataforma continental es muy estrecha y su talud continental presenta una pendiente muy pronunciada (Carranza *et al.*, 1975). La extensión del litoral es de 246 km y su plataforma continental de 1 372 km^2 (SEPESCA, 1994). El tipo de clima es Aw(w), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%. La temperatura media anual es de 26 a 28 °C. La época de lluvias abarca los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 894.8 mm (Flores, 1992; García, 1973).

En este estudio se realizaron muestreos mensuales entre marzo y diciembre de 2003, en las principales localidades pesqueras del litoral del estado de Michoacán: Lázaro Cárdenas, Playa Azul, Las Peñas, El Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza; hay otras localidades pesqueras pero, puesto que sólo dos o cinco pescadores trabajan ahí, se incluyeron en otras zonas pesqueras (Fig. 1, Tabla 1). Los centros de acopio fueron identificados a partir de la información existente en las Oficinas de Pesca de la SAGARPA.

La información sobre la estructura y la forma de operación de los artes de pesca se obtuvo *in situ*, por mediciones realizadas por los autores y por medio de una encuesta que se aplicó a los pescadores en cada zona de desembarque (véase Anexo 1). En muchos casos los entrevistados adicionaron a la encuesta un

esquema de los artes de pesca. Los datos recabados incluyeron las especies objetivo, las características de las embarcaciones y de los equipos, así como de su forma de operación. La información solicitada sobre los artes de pesca fue:

- Redes: Tamaño y sus características técnicas, tales como: relingas, longitud, diámetro y tipo de material; flotadores: cantidad, material, tamaño (longitud y diámetro); lastre o peso: cantidad, material, tamaño (peso en gramos); paño: número de mallas (longitud y altura), tamaño de malla, calibre del hilo, porcentaje de encabalgado, número de mallas en la relinga.
- Líneas de mano (con uno o varios anzuelos[1]): características de la línea primaria tales como diámetro y material, así como del(os) anzuelo(s): tamaño y material(es).
- Palangres (también conocidos como *cimbras*): longitud y particularidades de la línea madre: diámetro, material y distancia entre reinales; reinal: longitud del reinal, material y cantidad; anzuelo: tipo y número de anzuelo (calibre).
- Buceo autónomo y semi-autónomo: el primero se lleva a cabo con medios respiratorios transportados por el propio pescador, mientras que el semi-autónomo depende de medios auxiliares situados en la superficie (compresor).

Resultados

Características de los artes de pesca

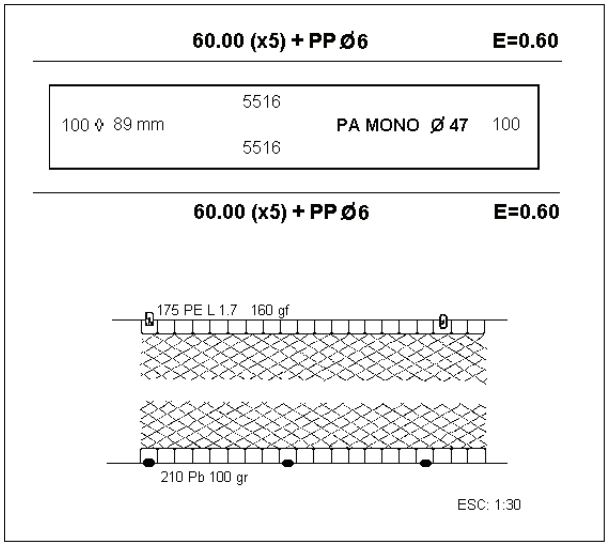
En la pesquería artesanal del litoral de Michoacán, la variedad de artes y métodos de pesca se reduce a unos pocos diseños generales, que incluyen equipos *pasivos* y *activos*,[2] cuya forma de operación depende de la movilidad del recurso.

La frecuencia del uso de los diferentes tipos de artes de pesca en cada una de las regiones costeras de Michoacán fue diaria, alternada o temporal (por la estacionalidad de algunas especies de peces), y esporádica (ya sea por su elevado costo o porque la captura dependió de arribazones extraordinarias del recurso). Las redes agalleras y las líneas de anzuelos fueron las más utilizadas, por lo que a continuación se describen sus características (Tabla 2).

Redes agalleras. En la costa michoacana estas redes son conocidas como *redes de enmalle*, o con mayor frecuencia, como *trasmallos*, aunque no tienen las características de esas redes.

Estos artes están construidos por un paño rectangular y dos relingas (Figs. 2 y 3): en la superior, se colocan flotadores y en la inferior el peso para que se hunda. Sus dimensiones y características varían de acuerdo con la especie objetivo, la experiencia y la situación económica del pescador. Las características más usuales (dimensiones, tamaño de malla, etc.) se anotan en la *tabla 2*.

Figura 2
Red de enmalle de superficie para capturar sierra y ronco en la costa de Michoacán



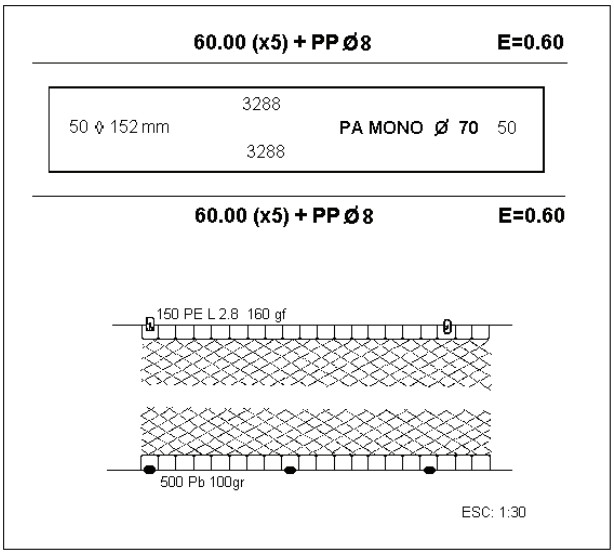
Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

Estos artes pueden ser de superficie (*aboyadas*) o de fondo. Las primeras se emplean para capturar sierra y rayadita, y las de fondo para la pesca de huachinango, cocinero, curvina, pargo, ronco, jurel, langostas y tiburones de las familias Triakidae, Carcharhinidae y Sphyrnidae (Tabla 3). El peso de los organismos capturados varía entre uno y tres kilogramos, y la captura promedio por pescador por jornada de trabajo, entre 15 a 20 kg, cuyo precio depende de la calidad del producto.

Las redes se utilizan todo el año, aunque hay periodos en los que se emplean con mayor frecuencia.

1. En la costa de Michoacán las líneas de mano con un anzuelo son conocidas como *chicotes* y las que tienen varios anzuelos como *trampolines* (véanse figuras 5 y 6).
2. Los artes pasivos son aquellos que se colocan o lanzan al agua y se espera durante determinado periodo de tiempo antes de revisarlo, tal es el caso de los palangres y las redes agalleras, aunque este arte es considerado como *activo* cuando trabaja a la deriva. Los equipos *activos* implican primero una búsqueda de los organismos, ya sea en un área extensa o en microambientes específicos. Ejemplos de estos artes son las atarrayas y las líneas con anzuelos.

Figura 3
Red de enmalle de fondo para capturar huachinango y lunarejo en la costa de Michoacán.



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

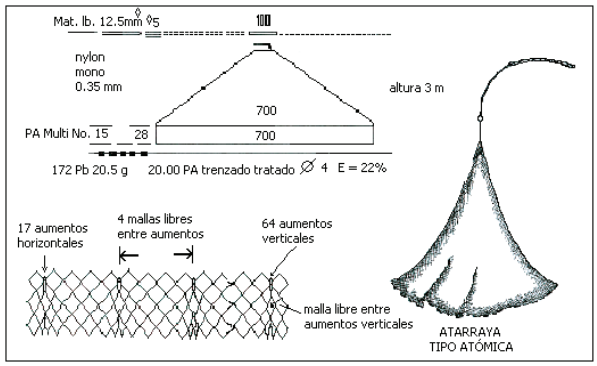
Generalmente se colocan (o *tienden*) por la tarde, permanecen trabajando un promedio de 12 a 14 horas y se *despescan* una o varias veces, hasta la mañana siguiente, cuando se recogen y preparan para la siguiente jornada. Cabe mencionar que los pescadores usan líneas de mano durante el tiempo que transcurre entre las revisiones.

Atarrayas: Los pescadores las construyen para que adopten una forma cónica en su posición normal de trabajo. La operación es manual e individual; captura los peces embolsándolos gracias a que tiene una serie de plomos en su circunferencia, y un cabo sujeto en el centro, que el pescador conserva en la mano. Al abrirse, cuando son lanzadas, su diámetro es el doble de su altura, aunque la longitud de esta última es variable (Tabla 2). El volumen capturado depende de la disponibilidad del recurso y la habilidad del pescador.

En la región se conocen dos tipos de atarraya: la *atómica* y la de *bolsa*. La primera lleva tirantes desde la relinga hasta un poco más arriba de la parte más estrecha (Fig. 4), y la otra, como su nombre lo indica, forma una bolsa por tirantes cortos que van desde la relinga hasta determinado número de mallas (10-30) de la parte del vuelo de la atarraya. Estas redes se usan para la captura de carnada viva, la que es depositada en los viveros que tienen algunas embarcaciones.

Líneas de anzuelos. Se usan para la pesca de especies de superficie, media agua y fondo; el diámetro y los materiales de las líneas, así como el calibre de los anzuelos, varían de acuerdo con la especie que se

Figura 4
Atarraya tipo atómica utilizada en la captura de anchoveta, sardinilla y calamar en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

vaya a capturar (Tabla 2). Los equipos más representativos son:

Las líneas de mano. Pueden ser operadas por un pescador desde una lancha o desde la línea de costa, ya sea calándolas con plomos o a la deriva. En cada embarcación se operan cuatro líneas por pescador, en promedio. La línea de mano por lo general lleva de uno a cuatro anzuelos (Fig. 5 y 6). La cuerda es de monofilamento, cuyo calibre varía entre el núm. 35 y el 55, aunque los más frecuentes son el 40 y el 47; la cuerda también tiene destorcedor (núm. 4) y una barra de plomo. Este arte se trabaja normalmente en los caladeros o fondos rocosos, durante un lapso de ocho a 10 hr. Los organismos capturados se enlistan en la *tabla 3*. El peso de los organismos capturados varía entre uno y seis kilogramos, aunque las cuerdas con mayor calibre y anzuelo más grande (por ejemplo, calibre 55 y anzuelo 5), capturan organismos de hasta ocho y 10 kg. Este arte se utiliza todo el año, en todo el litoral del estado.

Palangres o cimbras. Son líneas de varios hilos de poliamida, polietileno o polipropileno, con un número variable de anzuelos (100-500) equidistantes a lo largo de la línea madre (véase características en la *tabla 2*). Este equipo trabaja fijo al fondo. El cabo de la línea madre es de hilo nylon multifilamento trenzado, tratado y torcido (TTT) del núm. 80 y el cabo de los reinales es de hilo monofilamento núm. 150, estos últimos pueden incluir un destorcedor (Fig. 7). La operación se realiza por la tarde y comienza con la selección del área de pesca; posteriormente, durante el tendido del palangre, se coloca la carnada en los anzuelos. El arte se trabaja en jornadas de ocho horas, por lo que pasado ese lapso, se recoge y se *despesca*. Estos equipos son utilizados principalmente entre junio y noviembre para la captura de pargo, cazón,

Tabla 1
Principales zonas pesqueras y de desembarque en la costa de Michoacán. Información proporcionada por la Oficina Federal de Pesca de la SAGARPA en Lázaro Cárdenas y Coahuyana, Michoacán

Zona de desembarque	*Ubicación geográfica*		*Pescadores*	*Embarcaciones*
	Norte	*Oeste*		
Lázaro Cárdenas	17°57'02"	102°12'35"	510	87
Playa Azul	17°58'55"	102°21'08"	107	22
Las Peñas	18 01'22"	102°27'53"	57	12
El Carrizalillo	18°03'28"	102°42'11"	14	16
Caleta de Campos	18°04'24"	102°45'23"	42	20
Pichilinguillo	18°11'48"	103°04'11"	40	14
Maruata	18°16'17"	103°21'19"	66	30
El Faro de Bucerías	18°21'02"	103°30'25"	37	26
Boca de Apiza	18°40'59"	103°44'11"	29	44
Otras zonas pesqueras *			149	41

* Guacamayas, El Bejuco, Chuquiapan, Calabazas, La Soledad, Caletilla, Mexiquillo, Tizupan, Cachan, La Placita y San Telmo

Tabla 2
Principales artes de pesca empleados en el litoral de Michoacán

Redes	*Longitud (m)*	*Abertura de malla (pulgadas)*	*Características*	*Periodo de operación*
Redes agalleras	400-600	1.5-10	140 boyas del núm. 5; 50 kg de plomos, ubicados a 30 cm	Profundidad de operación
Fondo	300	6	entre sí.	4-20 m para peces pequeños y de 40 a 70 m para peces grandes. Junio-noviembre
Superficie	300	3	75-100 boyas del núm. 2 y 5, 40 kg de plomos	Noviembre-junio
Atarraya	1.80-3.00	1-4	Altura de 1.80 m a 4 m, luz de malla de una a cuatro pulgadas, plomo tres a cinco kg, hilo monofilamento	Todo el año
Anzuelos	*Longitud (m)*	*Anzuelos (no.)*	*Características*	*Periodo de operación*
Palangre o cimbra	500-2000	100 – 500	Hilo multifilamento núm. 54 al 72; reinales de 1-2 m de largo, espaciados cada 2 a 6 m; anzuelos: núm. 3 izquierdo; núm. 5 izquierdo; núm. 10 derecho noruego; núm. 13 garra de águila	Junio a noviembre
Línea de mano		1 - 3	Hilo monofilamento del núm. 0.35 al 100; anzuelos del núm. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 16, 18. destorcedor; plomo de 150-200 g	Todo el año

Tabla 3
Organismos capturados con los diferentes artes de pesca empleados en la costa de Michoacán

Arte de pesca	*Especie nombre común*	*Nombre científico*	*Categoría comercial*
Redes agalleras	Sierra	*Scomberomorus sierra*	2ª
superficie	Rayadita	*Umbrina xanti*	2ª
	Huachinango	*Lutjanus peru*	1ª
	Cocinero	*Caranx caballus*	3ª
Agallera	Curvina	*Pomadasys bayanus*	2ª
Fondo	Pargo	*Lutjanus spp*	1ª
	Jurel	*Caranx caninus*	3ª
	Ronco cuero de burro	*Anisotremus interruptus*	2ª
	Tiburón	*Carcharhinus falciformis*	
	Sardina	*Opisthonema libertate*	3ª
Atarraya	Anchoveta	*Engraulis mordax*	3ª
	Calamar	*Dosidiscus gigas*	1ª
	Huachinango	*Lutjanus peru*	1ª
	Flamenco	*Lutjanus guttatus*	1ª
	Pargos	*Lutjanus spp*	1ª

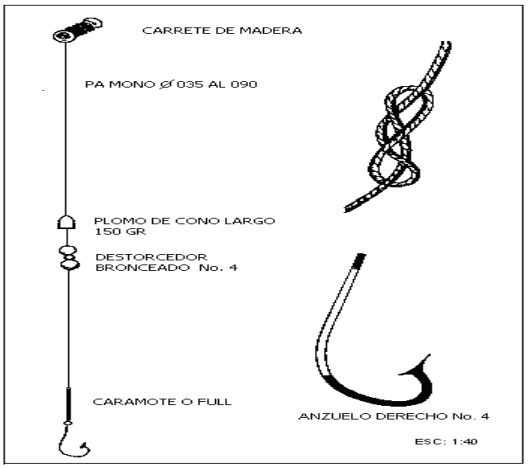
Arte de pesca	*Especie nombre común*	*Nombre científico*	*Categoría comercial*
Línea de anzuelos	Sierra	*Scomberomorus sierra*	2ª
	Jurel	*Caranx caninus*	3ª
	Barrilete	*Euthynnus lineatus*	3ª
	Bicuda	*Sphyraena ensis*	2ª
	Boba	*Epinephelus niphobles*	2ª alta
	Baqueta	*Epinephelus acanthistius*	2ª alta
Palangres o Cimbras	Pargo colmillón	*Lutjanus jordani*	
	Flamenco	*Lutjanus guttatus*	1ª
	Baqueta	*Epinephelus acanthistius*	2ª alta
	Cazón	*Rhizoprionodon longurio*	
	Coyotillo*	*Lutjanus argentiventris*	1ª
	Cuatete	*Arius seemanni*	3ª
	Raya	*Dasyatis longus*	
Buceo	Langosta azul	*Panulirus inflatus*	1ª
	Langosta verde	*Panulirus gracilis*	1ª
	Ostión de piedra	*Crassostrea iridescens*	1ª
	Pulpo	*Octopus hubbsorum*	2ª

*También se conoce como pargo amarillo y alazán.

Tabla 4
Abreviaturas y simbología empleadas en los esquemas de las figuras de las diferentes artes de pesca empleadas en la zona costera de Michoacán

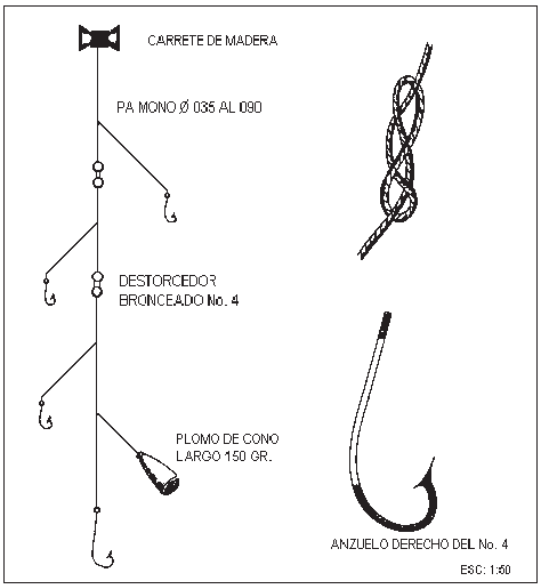
Abreviaturas y Símbolos	*Significado*
E	Encabalgado
Fe	hierro
gr	gramo
mm	milímetro
Mono	monofilamento
Mts	metros
Multi	multifilamento
PA	poliamida
Pb	plomo
PE	polietileno
PP	polipropileno
PVA	alcohol de polivinilo
PVC	cloruro de polivinilo
PLT	poliuretano
TTT	multifilamento trenzado tratado torcido
X	por
Ø	diámetro
↑	tapa superior de una red de arrastre
$_{mm}\Diamond$	tamaño de la malla en milímetros
$\Diamond_s$	mallas de caída

Figura 5
Línea de mano (*trampolín*) para
la captura de huachinango, lunarejo, ronco y cocinero,
utilizada en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

Figura 6
Línea de mano (*chicote*) para la captura de sierra,
huachinango, flamenco, ronco y cocinero, utilizada en la
costa de Michoacán

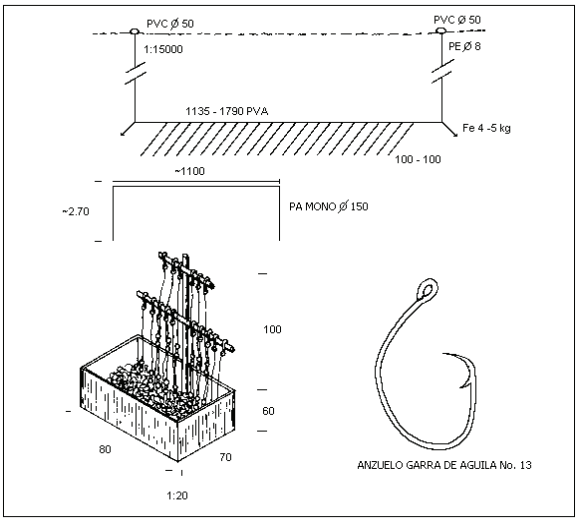


Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

flamenco, cuatete, baqueta y coyotillo, entre otras especies, aunque en la época de secas se emplea en la pesca de rayas (Tabla 3). El peso de los organismos capturados varía entre los cinco y 30 kilogramos.

Buceo autónomo y semi-autónomo. La extracción de los recursos bentónicos (langosta, ostión y pulpo) se realiza por buceo autónomo o libre, para lo cual se

Figura 7
Cimbra escamera para la captura de pargo colmillón,
listoncillo y raya en la costa de Michoacán



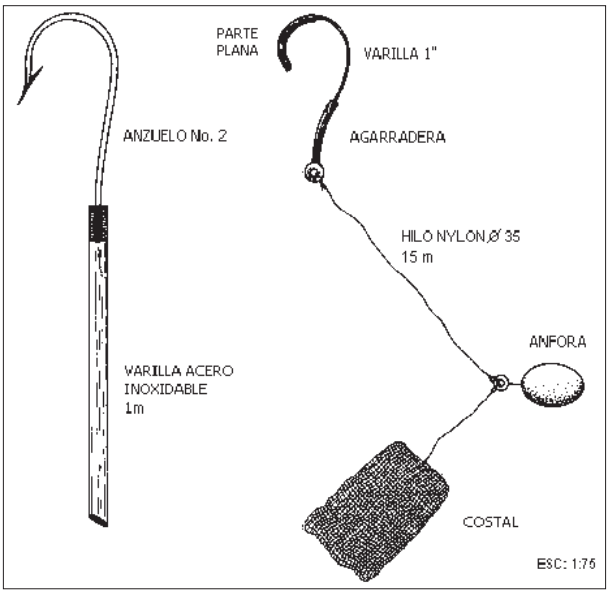
Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

utiliza pistola, arpón, gancho, costal (Fig. 8) y todo el equipo personal (visor, traje de buceo y aletas). Los pescadores pueden ir a bordo de una lancha hasta el lugar de trabajo, o bien pueden nadar desde la línea de costa. Las embarcaciones que se utilizan con el buceo semi-autónomo están equipadas con un compresor de aire para alimentar al buzo y con un pescante para subir las capturas a bordo. Para la recolección de ostión se utiliza un ánfora como señalamiento, de la que pende un cabo de nylon de 15 m de largo aproximadamente, en cuyo extremo opuesto está sujeto el gancho que se utiliza para desprender los ostiones del sustrato.

La captura de ostión y langosta depende del estado del tiempo, las corrientes y la transparencia del medio. Hernández-Montaño *et al.* (2002) estimaron que en Tizupan la captura de ostión fue de 15 kg por viaje de pesca, mientras que en el Faro de Bucerías, los pescadores obtuvieron de 10 a 15 kg de langosta por viaje. La explotación de estos recursos está regulada por vedas.

La frecuencia con que se emplean los diferentes equipos varía dependiendo de la región y de la especie objetivo (Tabla 2). La cuerda (línea de mano) y la red agallera son los artes que se utilizan con mayor frecuencia, en especial en la zona que corresponde a Lázaro Cárdenas y Las Peñas, aunque es importante mencionar que en esas localidades es donde hay más pescadores y también donde tiene mayor uso la atarraya. El palangre escamero tiene gran aceptación en la zona nueve, que corresponde a Boca de Apiza, aunque también se utiliza en Lázaro Cárdenas, Ca-

Figura 8
Equipo de trabajo utilizado en la captura de langosta y ostión en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

rrizalillo y el Faro de Bucerías. Los métodos de pesca menos socorridos en el litoral michoacano son el buceo y la atarraya; aunque hay algunas zonas donde el buceo es el método principal, como es el caso de Caleta de Campos y Maruata. La *tabla 2* resume la frecuencia con que son usadas las diferentes artes de pesca durante el año.

Características de las embarcaciones y los motores.

Las embarcaciones ribereñas constituyen una flota de 312 unidades fabricadas de fibra de vidrio, llamadas comúnmente pangas o lanchas huachinangueras, cuyas características generales son: eslora de entre 7–8.5 m; manga de aproximadamente 1.65 m; puntal 0.650; motor fuera de borda de gasolina; capacidad de una a dos toneladas.

Las embarcaciones se presentan en cuatro tamaños, pero las más populares son las de 7.01 m de eslora (23 pies), que corresponden a 65.13% del total, y las de 7.62 m (25 pies), 30.76%. También se encontraron algunas lanchas de 8.22 m. (27 pies) que representan 3.50% y de 7.92 m (26 pies), 0.60%; estas últimas frecuentemente tienen un vivero para transportar carnada viva.

El número de lanchas fue mayor en Lázaro Cárdenas; no obstante, tanto en esa localidad, como en Playa Azul y Las Peñas, fue mayor al número de pescadores (Tabla 1), es decir, habría una embarcación por cada 4.7 a 5.5 pescadores. Entre Carrizalillo, Caleta de Campos y Pichilinguillo, el número de lanchas por pescador fue de 1.9; mientras que en Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza fue ligeramente superior a la unidad.

El número de motores que operan en la costa del estado fue de 216. Su potencia varía entre 40 y 150 caballos de fuerza (hp, por sus siglas en inglés). Los más comunes fueron los de 48 hp (33.79%), seguidos por los de 55 hp (14.82%), 40 hp (13.42%), 60 hp (12%), 65 hp (9.25%), 75 hp (12.96%), y con un porcentaje pequeño (3.76%), están comprendidos los motores de 10, 15, 115, 135 y 150 hp. La selección del motor depende de la distancia entre el centro de acopio y la zona de pesca.

Algunos pescadores emplean hieleras para mantener el producto en buen estado, lo que les permite permanecer en el mar por dos o tres días.

Discusión

La pesquería artesanal de la costa de Michoacán está basada en unidades básicas, formadas por embarcaciones de fibra de vidrio, motor fuera de borda y los artes de pesca, que operan dentro de un radio aproximado de 15 km desde la línea de costa, principalmente en zonas someras y rocosas. La diversidad de los artes de pesca está relacionada con las especies objetivo, las características geomorfológicas de la región, las condiciones meteorológicas a lo largo del año, el tipo de embarcación empleada y las posibilidades económicas de los pescadores ribereños.

En la costa de Michoacán se utilizan artes de pesca similares a los de otras regiones del Pacífico mexicano, tanto en diseño como en materiales, pero con pequeñas variaciones adaptadas a las condiciones de cada zona. Los pescadores de la costa michoacana diferencian dos estaciones climáticas: la época de secas (noviembre-junio), en la que obtienen el máximo de producción, y la de lluvias (julio-octubre), en la que es muy frecuente que el mal tiempo impida la navegación, aunque los pescadores aprovechan cualquier remanso para trabajar. Durante el estiaje los pescadores utilizan mayor variedad de artes, la duración de la jornada es más larga (ocho a 12 horas) y pueden combinar métodos, tales como el calado de redes o palangres (cimbras) y la pesca con líneas de anzuelo, o bien dedicarse exclusivamente a una modalidad de pesca (anzuelo, buceo, pesca con red, etcétera).

Las redes agalleras son operadas todo el año para la captura de especies de escama, con excepción de las que se usan para langosta, que se utilizan entre octubre y junio (sólo por dos organizaciones). Los palangres se usan todo el año, ya que los pescado-

res disponen de gran variedad de materiales para su construcción. Los seleccionan sobre la base del conocimiento que tienen del comportamiento de las especies objetivo. Otro método que tiene gran aceptación es la línea de mano. Frecuentemente se reúnen tres o cuatro pescadores por embarcación. La habilidad de cada uno de ellos se refleja en los volúmenes que obtienen. Los pescadores van cambiando el número de la cuerda y de anzuelo, de acuerdo con el tamaño de los organismos que pretenden capturar, para peces de 300 g a siete kilogramos utilizan cuerdas de los números 35, 40, 47, 50 y 55 con anzuelos 1, 2, 3, 4 y 5 (para organismos de 500 g o platillero se utilizan cuerdas del 40 y 47 y anzuelos del 3 y 4); para organismos grandes de cinco a 40 kg utilizan cuerdas de los números 80, 85, 90, 95 y 100 y anzuelos 7, 8, 9,10, 12 y 13; en la captura de organismos de más de 20 kg como el pargo, la boba y la baqueta se utilizan cuerdas 70 y 90, con anzuelos 12 y 13 derecho.

La pesca por buceo autónomo o libre, y el buceo semi-autónomo es más común en la zona del Faro de Bucerías. Esta zona es propicia para la pesca por buceo ya que existen escolleras en las que habitan langostas, pulpos y pargos. Esta actividad se realiza durante ciertas temporadas y está limitada por el estado del tiempo y la especie objetivo. Los buzos utilizan como herramientas de pesca un arpón, gancho o pistola.

El uso de la atarraya se limita a la captura de especies como la sardinilla, la anchoveta y el calamar, entre otras, que sirven de carnada para las líneas de mano y los palangres, por lo que se utilizan principalmente en la orilla de la playa y en algunas ocasiones mar adentro, en jornadas de una o dos horas.

Conclusiones

En la pesquería artesanal del litoral de Michoacán la variedad de artes y métodos de pesca se reduce a unos pocos diseños generales con diferente poder de pesca: redes agalleras, palangre o cimbra, línea de mano, buceo autónomo, buceo con compresor y atarraya. En cada método existen variantes de acuerdo con la especie objetivo, por lo que el uso de cada arte de pesca depende en gran medida de los cambios en la abundancia de la especie objetivo a lo largo del tiempo. Además, en cada zona se emplean diferentes artes de pesca simultáneamente, aunque en ocasiones su uso está limitado por los altos costos de los materiales empleados en su construcción. Las diferencias que existen en la captura a lo largo de la costa se deben principalmente a las variaciones el número de artes y las características y dimensiones de cada zona, ya que en algunas, como Lázaro Cárdenas, los pescadores tienen gran cantidad de artes y mayor cantidad de campos de pesca.

Referencias bibliográficas

Carranza E.A., M. Gutiérrez y R. Rodríguez. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro Cien. del Mar y Limnol.* unam, 2(1): 81-88.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1990. *Evaluación del potencial de la pesca ribereña del Estado de Colima.* Informe interno. crip-Manzanillo-inp/sepesca, Colima. 20p.

fao. 2002. *Implementation of the international plan of action to prevent, deter and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing*. Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Fisheries Department 9, fao, Roma. 122p.

Flores, C.N. 1992. *Análisis de la anidación en tortuga negra* Chelonia agasizii *(Bocourt 1868) en relación con algunos factores del ambiente incubatorio en la playa de Colola, Michoacán.* Tesis profesional. Escuela de Biología. umsnh. Morelia. 58p.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Instituto de Geografía, unam, México. 246p.

Hernández-Montaño, D., C. Meléndez y C. Romero. 2002. *Evaluación de recursos pesqueros (Escama) en la costa de Michoacán*. Informe interno. crip-Pátzcuaro-inp/sagarpa, Michoacán. 36p.

Ramírez-Hernández, E. y A. González-Pagés. 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. sic/inp, México. 462p.

Ruiz-Luna A. y J. Madrid-Vera. 1997. Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y sociedad. *Rev. Colegio de Sonora*, 3(13-14): 77-98.

sepesca. 1994. *Atlas pesquero de México. Pesquerías relevantes*. sepesca/inp cd-Multimedia. 234 p.

Anexo 1

Encuesta aplicada a los pescadores ribereños de la costa de Michoacán

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA PÁTZCUARO

Organizaciones Pesqueras, Artes de Pesca y Embarcaciones de la Costa de Michoacán

Fecha:
Localidad:
Embalse:

Nombre: Edad:_____ años Experiencia: _____ años Otra actividad: _____. Ingreso por otra actividad:	Embarcación: _____ eslora ____ m Núm. Tripulantes _____. Motor _____ hp Sociedad o unión _____. Tiempo dedicado a la pesca en el año	Costo de la embarcación _____ $ Costo del motor _____ $ Gasolina _____ lt Costo del arte de pesca _____ $

Arte de Pesca	Agallera	Línea mano	Atarraya	Cimbra	Eq. Buceo	Gancho	Pistola
Cantidad (no.)							
Longitud (m)							
Mallas de caída							
Abertura de malla							
Núm. hilo de la malla							
Núm. hilo de la relinga sup.							
Núm. hilo de la relinga inf.							
Encabalgado (porcentaje)							
Núm. de boyas							
Núm. de plomos							
Fecha de adquisición							
Especie capturada y precio							
Kg. desembarcados por especie							

Días de pesca a la semana _____ Temporadas de pesca _____ Época sin pescar _____ Horario de pesca _____ Tendido del arte de pesca _____ Comprador _____ Destino del producto _____ Periodo de veda _____	Observaciones: _____ _____ _____

Selectividad de especies en función de la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre de deriva

Heriberto Santana Hernández[*]
Daniel Aguilar Ramírez[*]
Juan Javier Valdez Flores[*]

Resumen

El objetivo de este trabajo fue conocer la profundidad teórica del anzuelo en la que fueron más abundantes nueve especies de peces pelágicos mayores que comprendieron más de 90% de la captura de un barco palangrero de altura entre julio de 2000 y febrero de 2001, frente a la costa occidental de Baja California y las islas Revillagigedo. Sus maniobras fueron similares a las del resto de la flota comercial. Se realizaron 162 lances con un palangre regular, de cinco anzuelos por sección. La abundancia del pez espada, el tiburón zorro, el dorado y el tiburón mako fue diferente entre los anzuelos ($H_{0.05,4}$ = 9.488; $p<0.05$). La prueba de comparaciones múltiples de Tukey indicó que el pez espada y el tiburón zorro fueron más frecuentes en los anzuelos situados a mayor profundidad; por el contrario, el dorado fue más abundante en los más someros. Las variaciones en la cantidad de tiburones mako capturados por cada anzuelo aparentemente fueron determinadas por la conducta de estos peces. La abundancia de tiburón sedoso, marlin rayado, tiburón azul, tiburón puntas blancas y atún aleta amarilla, no presentó cambios significativos entre los anzuelos. Se sugieren algunas medidas para incrementar la selectividad hacia las especies objetivo y disminuir la captura incidental.

Palabras clave: Palangre, selectividad, peces pelágicos mayores.

Introducción

El palangre de deriva fue desarrollado por pescadores japoneses con el propósito de capturar atún; sin embargo, en el Pacífico mexicano este sistema se ha caracterizado por ser eficiente para la pesca de especies de pico, tiburones y dorados, peces que normalmente se distribuyen entre la superficie y los 200 m de profundidad (Boggs, 1992). El palangre consiste de una línea principal o *línea madre* y un número determinado de líneas verticales, cada una con un anzuelo, conocidas como *reinales*. La línea madre se divide en secciones, también conocidas como *canastas*, limitadas por flotadores llamados *orinques* (Miyabe y Bayliff, 1987; Santana-Hernández, 1997). Saito (1975) caracterizó al palangre, de acuerdo con el número de reinales, como *regular* o *profundo*, el primero con seis y el segundo con 10 reinales por sección. Gong *et al.* (1989) mencionan que el palangre regular tiene menos de siete reinales y el profundo más de nueve. Los anzuelos del palangre regular se utilizan en profundidades que varían entre los 40 y 110 m.

Los trabajos sobre la selectividad de los palangres han sugerido que las distribuciones horizontal y vertical de los peces determinan la estrategia de pesca; por lo que los pescadores colocan los palangres sobre áreas y profundidades específicas (profundidad de operación) en función de las especies-objetivo. La longitud de las líneas de flotación y del segmento de la línea madre que hay entre ellas forman una línea catenaria que, aunada a la dimensiones de los reinales, determina la profundidad de operación en la que se encuentra suspendido el anzuelo (Podesta *et al.*, 1993), por lo que ésta puede ser ajustada con la longitud de la línea de flotación y la velocidad de salida de la línea madre (Lokkeborg y Bjordal, 1992; Santana-Hernández *et al*., 1998), lo que permite estimar una profundidad teórica, cuando no es posible medir la real.

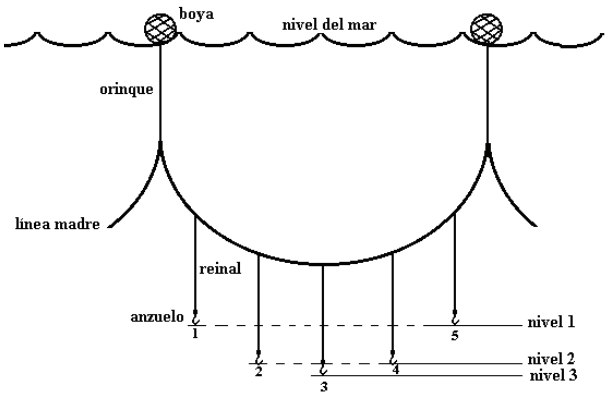
Con base en la forma de la catenaria de una sección del palangre (Fig. 1), Santana-Hernández *et al.* (1998) describieron tres niveles teóricos de una sección de cinco anzuelos utilizados por la flota mexicana de altura con base en Manzanillo, Colima, en

* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa -Ventanas s/n. ap 591, Manzanillo, Colima; CP. 28200. Correo electrónico: tecaptur@webtelmex.net.mx

donde el anzuelo núm. 3 es el que se coloca a mayor profundidad (104.6 m), el dos y el cuatro son intermedios (96.7 m) y el uno y el cinco son los más someros (73.2 m).

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue determinar si la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre propicia la captura de algunas especies, a partir de observaciones realizadas sobre las operaciones y resultados de la captura obtenida por barcos palangreros de la flota mexicana de altura con sede en Manzanillo. Estos resultados podrían servir como base para establecer estrategias tendientes a disminuir la captura incidental e incrementar la pesca de especies con alto valor comercial.

Figura 1
Sección de un palangre de deriva con cinco anzuelos



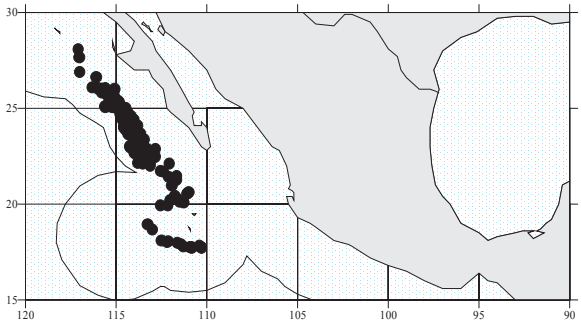
Durante una operación normal trabajan entre 200 y 300 secciones.

Métodos y materiales

La información utilizada fue obtenida por un observador durante los viajes de pesca del barco palangrero *Marflota II* durante el periodo comprendido entre los meses de julio de 2000 y febrero de 2001. El área de operación estuvo ubicada frente a la costa occidental de Baja California y alrededor del archipiélago de Revillagigedo (Fig. 2). En este periodo se registró la información de 163 lances, seleccionados al azar, de los 248 realizados. Durante la mayoría de las operaciones el palangre constó de 200 a 300 secciones.

Los datos recabados incluyen la captura obtenida en cada anzuelo, las características de los organismos que permiten su identificación taxonómica, la ubicación geográfica de los lances y la información relacionada con las maniobras de tendido del equipo de pesca que sirvieron para estimar la profundidad de operación teórica de los anzuelos, lo cual se hizo utilizando como base la catenaria que se forma en la línea madre del palangre entre dos líneas de flotadores (Saito, 1975; Suzuki *et al.*, 1977; Suzuki y Kume, 1982; Suzuki, 1989; Boggs, 1992; Santana-Hernández, 1997; Santana-Hernández *et al*., 1998).

Figura 2
Posición geográfica donde el B/P *Marflota II* aplicó los 163 lances de pesca durante el periodo 12 de julio de 2000 al 21 de febrero de 2001



Las posiciones geográficas donde se realizaron los lances de pesca fueron seleccionadas según el criterio del patrón de pesca y las características de las operaciones fueron similares a las que normalmente realiza la flota palangrera para la captura de pelágicos mayores (Santana-Hernández *et al*., 1998).

Las características del palangre de deriva fueron descritas por Santana-Hernández *et al*. (1998) y Santana-Hernández (2001). El tipo de anzuelo usado fue el atunero tipo japonés núm. 3.8 de 65 mm de largo, 30 mm de ancho y un asta de 4 mm de diámetro. De acuerdo con el patrón de pesca se usaron dos tipos de carnada: macarela (*Scomber japonicus*) en los anzuelos 1, 2, 4 y 5 y calamar (*Dosidicus gigas*) en el más profundo (núm. 3). Esta distribución se mantuvo en todos los lances observados.

El proceso de tender el equipo de pesca se realizó con una máquina tiralíneas y el virado, con una máquina cobralíneas. Este proceso se ajustó a valores constantes de la velocidad de salida de la línea (5.25 m seg^{-1}), distancia entre reinales (42 m), longitud de los orinques (12 m), velocidad del barco durante el tendido (7.5 a 8 nudos) y longitud del reinal (22 m). Con estos datos se calculó la profundidad teórica de operación, la cual fue similar a la observada por Santana-Hernández *et al.* (1998); cabe mencionar que se despreciaron las deformaciones de la catenaria causadas por las corrientes marinas.

Para diferenciar el número y el orden de los anzuelos en cada sección, cada reinal se etiquetó con material de nylon (listón) o rafia (filástica) de diferente color; así, el anzuelo uno se marcó con azul, el

dos con verde, el tres con rojo, el cuatro con amarillo y el cinco con café. Estas precauciones permitieron identificar el anzuelo con que fue obtenido cada organismo, aun en aquellos casos en que una o dos secciones se enredaron por el movimiento de los organismos atrapados o la acción de las corrientes marinas en el área de operación.

La información sobre nueve especies cuya captura acumulada representó 98.63% del total, fue sometida al análisis de varianza (ANDEVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar si había diferencias significativas en la abundancia de cada una de ellas, entre los anzuelos. Antes de efectuar este procedimiento se eliminaron los registros de los lances en los que no se capturó por lo menos un organismo en alguno de los cinco anzuelos de una sección del palangre. Cuando los resultados del análisis de Kruskal-Wallis fueron significativos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para distinguir él o los anzuelos que formaron grupos homogéneos (Zar, 1996).

Resultados

Durante los cruceros observados se capturaron 10 467 organismos pertenecientes a más de 13 especies, de las cuales, nueve representaron 98.63% del total. El tiburón azul (*Prionace glauca*) fue el más abundante, con 6 681 organismos y 63.83% del total. El marlín rayado, el pez espada, el tiburón zorro, el dorado y el atún aleta amarilla representaron entre 9.12 y 4.2%. El resto de las especies aportó menos de 3% de la captura (Tabla 1).

La prueba de Kruskal-Wallis mostró que la abundancia del tiburón sedoso, el marlin rayado, el tiburón azul, el tiburón puntas blancas y el atún aleta amarilla, no presentó variaciones significativas entre los anzuelos. En contraste, la frecuencia con que fueron capturados el tiburón zorro, pez espada, dorado y tiburón mako en los diferentes anzuelos presentó diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) (Tabla 2).

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey indicó que el tiburón zorro y el pez espada se capturaron en mayor cantidad con los anzuelos que operaron en los niveles más profundos; en contraste, el dorado fue más abundante en los más someros (anzuelos 1 y 5), y escaso en el más profundo (anzuelo 3) (Tabla 3).

Los resultados del análisis estadístico aplicado a los datos del tiburón mako arrojaron diferencias significativas en las capturas obtenidas en los diferentes anzuelos; sin embargo, éstas se presentaron entre los que trabajaron en la misma profundidad, por lo que es posible que esas diferencias estén relacionadas con la conducta de los peces. Estos tiburones persiguen a las presas en movimiento (Boggs, 1992; Santana-Hernández *et al*., 1998), por lo que es probable que se enganchen cuando los anzuelos se están hundiendo, durante el tendido del palangre, o cuando son izados. Por otro lado, los resultados podrían cambiar con un tamaño de muestra mayor, ya que en este análisis el tiburón mako fue la especie con menor número de representantes.

Otras especies capturadas durante el desarrollo de este trabajo fueron el pez vela y las tortugas marinas, que aunque no fueron analizadas porque fueron muy escasas en esta zona de pesca, debido a que tie-

Tabla 1
Composición de la captura (número de organismos) obtenida por el barco palangrero *Marflota II* durante el periodo 12 de julio del 2000 al 21 de febrero de 2001

Especie	*Nombre científico*	*Captura*	*Porcentaje*	*Porcentaje acum.*
Tiburón azul	*Prionace glauca*	6 681	63.83	63.83
Marlin rayado	*Tetrapturus audax*	955	9.12	72.95
Pez espada	*Xiphias gladius*	648	6.19	79.14
Tiburón zorro	*Alopias pelagicus*	609	5.82	84.96
Dorado	*Coryphaena hippurus*	581	5.55	90.51
Atún aleta amarilla	*Thunnus albacares*	441	4.21	94.73
Tiburón sedoso	*Carcharhinus falciformis*	165	1.58	96.30
Tiburón mako	*Isurus oxyrinchus*	142	1.36	97.66
Tiburón puntas. Blancas	*Carcharhinus longimanus*	102	0.97	98.63
Tiburón martillo	*Sphyrna lewini*	70	0.67	99.30
Pez vela	*Istiophorus platypterus*	28	0.27	99.57
Tiburón grillo	*Alopias superciliosus*	4	0.04	99.61
Tiburón volador	*Carcharhinus limbatus*	2	0.02	99.63
Otras especies *	Varias	39	0.37	100.00
Total	Total	10 467	100	

* Otras especies: se considera a las tortugas, luva, wahoo y pez sol.

Tabla 2
Orden de colocación de los anzuelos en que se obtuvieron las especies (número de organismos) y resultado del análisis de varianza

Especie	*Anz. 1*	*Anz. 2*	*Anz. 3*	*Anz. 4*	*Anz. 5*	*O bserv.*	*Razón de Var.*	*Valor Crítico*
Tiburón azul	1 037	883	930	884	825	122	0.70	2.39
Marlin rayado	178	205	152	154	151	120	2.40	2.39
Pez espada	66	123	228	103	67	129	30.16	2.39
Tiburón zorro	82	156	221	139	61	130	19.39	2.39
Dorado	164	128	62	106	152	106	7.25	2.39
Atún aleta amarilla	25	26	47	34	27	63	2.16	2.41
Tiburón sedoso	59	48	38	37	27	47	1.98	2.41
Tiburón mako	39	46	25	19	17	72	4.04	2.40
Tiburón puntas blancas.	22	25	21	14	12	44	1.61	2.41

Los valores sombreados denotan diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$)

nen más afinidad con las aguas cálidas del Pacífico mexicano centro y sur (Santana-Hernández, 2001), se obtuvieron en los primeros niveles de profundidad. Este aspecto es relevante debido a que de conformidad con el Reglamento de la Ley de Pesca están clasificadas como captura incidental en las pesquerías de tiburón.

Discusión

Es necesario señalar que la estimación de la profundidad teórica de operación de los anzuelos (Boggs, 1992) se realiza en condiciones ideales, sin considerar las fuerzas que provocan la deformación de la parábola formada por la línea madre, tales como las corrientes y las tensiones provocadas por los mismos organismos capturados (Santana-Hernández *et al*., 1998). Por tanto, es necesario mencionar que dentro del área de estudio y en determinadas temporadas en que la intensidad de las corrientes dominantes y los vientos ejercen deformidad en la forma de la catenaria, pueden influir en la profundidad de trabajo de los anzuelos, al extremo de que podrían presentarse traslapes entre los anzuelos contiguos.

Otros factores que podrían afectar la selectividad del arte de pesca y que no fueron considerados en este análisis fueron el tipo de anzuelo y la carnada utilizados. Con relación al primero se asumió que el sesgo no fue digno de consideración, puesto que salvo muy raras excepciones, en la mayoría de los reinales se utilizaron anzuelos con las mismas características. Mientras que en relación con la carnada es posible que las especies con alta incidencia en el anzuelo más profundo (anzuelo 3) que fue cebado con calamar, tengan preferencia por esa especie (Lokkeborg y Bjordal, 1992).

Los resultados encontrados sobre la profundidad de captura del pez espada y tiburón zorro fueron similares a los obtenidos por Santana-Hernández *et al*. (1998) y contribuyen a disipar la incertidumbre que había en ese trabajo, referente a la posición de los anzuelos, ya que era difícil determinar el número del anzuelo que había capturado al organismo cuando los reinales se enredaban. Por otro lado, estos resultados permiten sugerir medidas para incrementar la captura de estas dos especies, las más apreciadas por la pesquería palangrera mexicana.

Al comparar los resultados sobre la profundidad en que el pez espada fue capturado, con los obtenidos por Boggs (1992), quién registró muy pocos organismos de esa especie en un palangre que trabajó en profundidades superiores a los 200 m, se observó que ese estudio fue realizado en una pesquería cuyo objetivo era la captura del atún ojo grande (*Thunnus obesus*), que realiza sus actividades de pesca durante el día, cuando disminuye la accesibilidad del pez espada. Las operaciones de esta flota generalmente cubren todas las horas del día y entre cinco y siete horas de la noche. Los ejemplares de dorado (*Coryphaena hippurus*) mostraron preferencia hacia los anzuelos más someros por lo que, como en el trabajo realizado por Boggs (1992), se sugiere que para disminuir la captura de esta especie se incremente la profundidad de operación. De acuerdo con este autor, dicha medida también ayudaría a disminuir la captura incidental de especies como el pez vela y los marlines, que se alimentan de presas en movimiento y que son capturados en los primeros niveles de profundidad en que operan los palangres.

Las diferencias estadísticamente significativas obtenidas sobre la ocurrencia del tiburón mako en los cinco anzuelos no sugieren que los organismos prefieran los anzuelos ubicados en profundidades específicas; sin embargo, es probable que esas diferencias estén relacionadas con la forma y la hora en que se realiza el proceso de tendido, así como con el comportamiento de alimentación que, como en el caso de

Tabla 3
Grupos homogéneos obtenidos mediante la prueba de comparación múltiple
por el método honestamente significativo de Tukey (α = 0.05)

a)Tiburón zorro (*Alopias pelagicus*)

Anzuelo	*Captura*	*Media*	*Primer Cuartil*	*Mediana*	*Tercer Cuartil*	*Grupos*		
						a	b	c
5	61	0.47	0	0	1	**X**		
1	82	0.63	0	0	1	**X**		
4	139	1.07	0	1	2	**X**	**X**	
2	156	1.20	0	1	2		**X**	**X**
3	221	1.70	1	1	2			X

b) Pez espada (*Xiphias gladius*).

Anzuelo	*Captura*	*Media*	*Primer Cuartil*	*Mediana*	*Tercer Cuartil*	*Grupos*		
						a	b	c
1	66	0.51	0	0	1	**X**		
5	67	0.52	0	0	1	**X**		
4	103	0.80	0	1	1	**X**	**X**	
2	123	0.95	0	1	1		**X**	
3	228	1.77	1	1	3			**X**

c) Dorado (*Coryphaena hippurus*).

Anzuelo	*Captura*	*Media*	*Primer Cuartil*	*Mediana*	*Tercer Cuartil*	*Grupos*	
						a	b
3	62	0.58	0	0	1	**X**	
4	106	1.00	0	0	2	**X**	**X**
2	128	1.21	0	1	2		**X**
1	164	1.55	0	1	2		**X**
5	152	1.43	0	1	2		**X**

d)Tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*).

Anzuelo	*Captura*	*Media*	*Primer Cuartil*	*Mediana*	*Tercer Cuartil*	*Grupos*		
						a	b	c
5	17	0.24	0	0	0	**X**		
4	19	0.26	0	0	0	**X**		
3	25	0.35	0	0	1		**X**	
1	39	0.54	0	0	1			**X**
2	46	0.63	0	0	1			**X**

Las x en columna indican la integración de grupos homogéneos.

los marlines y el pez vela, consiste en la persecución de presas en movimiento. El caso del tiburón mako es un ejemplo de que la captura no puede ser evaluada de manera confiable sumando los organismos obtenidos por dos o más anzuelos que teóricamente trabajan en la misma profundidad, sino que es necesario analizar la frecuencia de captura de cada uno de los anzuelos.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la empresa Marflota por todas las facilidades que brindó para la realización del experimento y en especial al capitán del barco palangrero *Marflota II*, Israel Ríos Escobar, y a la tripulación que amablemente participó en las actividades de muestreo. A Ignacio Méndez Gómez-Humarán, Ma. del Carmen Jiménez Quiroz y Rosa María Guzmán por sus atinadas observaciones al manuscrito.

Referencias bibliográficas

Boggs, C.H. 1992. Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: timing bites of fish with chips. *Fish. Bull.,* 90: 642-658.

Gong, Y., J.U. Lee, Y.S. Kim y W.S. Yang. 1989. Fishing efficiency of Korean regular and deep longline gears and vertical distribution of tunas in the Ocean. *Bull. Korean Fish. Soc.,* 22: 86-94.

Lokkeborg, S. y A. Bjordal. 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fish. Res*., 13: 311-322.

Miyabe, N. y W.H. Bayliff. 1987. Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el océano Pacífico oriental, 1971-1980. *Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm.*, 19(1): 123-159.

Podesta, G.P., J.A. Browdert y J.J. Hoey. 1993. Exploring the association between swordfish catch rates and thermal fronts on us longline grounds in the western North Atlantic. *Commercial Shelf Research*, 13(2/3): 253-277.

Saito, S. 1973. Studies on fishing of albacore, *Thunnus alalunga* (Bonaterre) by experimental deep-sea tuna long-line. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido University*, 21 (2): 107-184.

Saito, S. 1975. On the depth of capture of bigeye tuna by further improved vertical long-line in the tropical Pacific. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*., 41(8): 831-841.

Santana-Hernández, H. 1997. *Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en el Pacífico mexicano.* Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, unam, México. 89p.

Santana-Hernández, H. 2001. *Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar*. Tesis de Doctorado. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UdeC, Tecomán. 122p.

Santana-Hernández, H., R. Macías-Zamora y J.J. Valdéz-Flores, 1998. Selectividad del sistema de palangre utilizado por la flota mexicana en la Zona Económica Exclusiva. *Ciencias Marinas*, 24: 193-210.

Suzuki, Z. 1989. Catch and fishing effort relationship for stripped marlin, blue marlin, and black marlin in the Pacific Ocean, 1952 to 1985. En: R.H. Stroud (ed.). *Planning the future of billfishes, research and management in the 90's and beyond. Part 1: Fishery and stock synopses, data needs and management*. Mar. Rec. Fish. Nat. Coalition Mar. Conserv., Savannah, Ga. pp. 165-177.

Suzuki, Z. y S. Kume. 1982. Fishing efficiency of deep longline for bigeye in the Atlantic as inferred from operations in the Pacific and Indian Oceans. *Inter. Comm. Cons. Atl. Tuna, Collets. Sci. Pap*., 18(2): 471-486.

Suzuki, Z., Y. Warashima y M. Kishida. 1977. The comparison of catches by regular and deep tuna longline gears in the western and central equatorial Pacific*. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab*., 15: 51-83.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3a. ed., Prentice Hall. eu. 662p.

Recursos potenciales

Nuevas aplicaciones de los recursos marinos del Pacífico central Mexicano

Marco A. Liñán Cabello[*]
Laura A. Flores Ramírez
Maximiliano Sánchez Barajas

Resumen

La diversidad y la riqueza genética de los organismos marinos ofrecen grandes expectativas para resolver algunas necesidades humanas derivadas del crecimiento poblacional. En el presente trabajo se presentan algunas de las aplicaciones de los principios biotecnológicos, endocrinos y moleculares, orientadas a optimizar el crecimiento, la reproducción y la calidad de los crustáceos y peces cultivados en la costa centro occidental de México; también se muestran algunos usos potenciales de los principios biotecnológicos de las microalgas, con énfasis en diversos productos que pueden utilizarse para la nutrición y la salud humanas, así como algunos de los compuestos bioactivos derivados de organismos marinos con potencial de aprovechamiento.

Palabra clave: Biotecnología marina, metabolitos bioactivos, acuicultura.

Introducción

Por décadas el aprovechamiento de los recursos marinos se ha dirigido principalmente a la pesca y ha provocado el deterioro y el abatimiento de diversas poblaciones de organismos; empero, la gran riqueza que constituye la biodiversidad, así como las singulares adaptaciones fisiológicas y metabólicas que caracterizan a las formas de vida marina, representan un gran potencial que, aunado a nuevos descubrimientos y aplicaciones en materia de biotecnología, farmacología y desarrollo de sistemas de cultivo en organismos acuáticos, abren nuevas expectativas para el uso de estos recursos (Luiten *et al*., 2003).

En países como Chile, Noruega y España, la acuicultura de especies marinas es un ejemplo altamente rentable de la aplicación de principios biotecnológicos en sistemas productivos, particularmente en lo referente a la crianza, la profilaxis y la nutrición (Igor, 2002). Otras aplicaciones han sido orientadas al conocimiento de la diversidad funcional de organismos acuáticos por medio de su accionar genético, cuyos productos naturales tienen aplicaciones en bioprocesos, metabolitos bioactivos y biotecnología ambiental entre otros, lo que ha propiciado la creación de la llamadas "bioempresas", que han encontrado grandes oportunidades de expansión (Tramper *et al.,* 2003).

El uso y la investigación de estas nuevas aplicaciones de los recursos marinos en el Pacífico tropical mexicano, al igual que en otras regiones de nuestro país y de América Latina, están rezagados; por ello aquí se presentan algunas de las aportaciones científicas en materia de acuicultura y biotecnología dirigidas a favorecer el crecimiento, el control de sexo, la reproducción de peces y crustáceos, pigmentación, biotecnología algal y metabolitos bioactivos derivados de organismos marinos. Todas ellas son susceptibles de ser consideradas como herramientas y técnicas alternativas para el aprovechamiento de los recursos marinos que se distribuyen en la región del Pacífico tropical mexicano.

Nuevas aplicaciones en acuicultura

Crecimiento en crustáceos. El crecimiento es el resultado de la incorporación de moléculas estructurales a una velocidad mayor que su degradación. Dicho proceso está determinado por factores intrínsecos y extrínsecos (Charmantier *et al*., 1997). En crustáceos, como en otros grupos de organismos, los patrones de crecimiento corporal están genéticamente determinados (Hetzel *et al*., 2000); empero, su expresión

* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Km 19.5 Carretera Manzanillo-Barra de Navidad, Manzanillo, Colima, México, CP 28860. Correo electrónico: inanm@ucol.mx

depende del aporte de alimento y de la capacidad del animal para hacer uso eficiente del mismo. En especímenes sometidos a cultivo también influyen los factores ambientales y de manipulación.

En crustáceos el ciclo de muda es regulado por medio de dos factores antagónicos: las hormonas ecdisteroides, producidas y liberadas por el órgano "Y"; y la hormona inhibidora de la muda (HIM), producida y liberada por un complejo de células neuroendocrinas localizadas en el órgano "X" (Huberman, 1990). El órgano "Y" controla la muda mediante la producción de ecdisteroides (Huberman, 1990); el más importante de estos compuestos es la ecdisona, que se sintetiza a partir del colesterol (Lachaise *et al.,* 1993); este compuesto es convertido a 20-hidroxiecdisona o ecdisterona por los tejidos de algunos órganos, tales como la epidermis, los testículos, los ovarios, el tracto digestivo y la glándula digestiva (Charmantier *et al*., 1997).

Desde el punto de vista nutricional se considera como factor o promotor del crecimiento, cualquier elemento que al ser incorporado a la dieta, sin variar considerablemente su composición, acelere el desarrollo corporal. Estas sustancias deben mantener su integridad durante la digestión y ser absorbidas en forma eficaz para ejercer su función en los tejidos blancos (Carrillo *et al*., 2000). Algunos ejemplos de promotores nutricionales sobre el crecimiento de crustáceos se describen a continuación.

De acuerdo con Chung *et al.* (1998a), Durica *et al.* (1995 y 1999), en el cangrejo *Uca pugilator* se han reconocido receptores nucleares de ecdisteroides con capacidad de heterodimerización, con receptores de vitamina D, hormonas tiroideas y receptores de retinoides, entre otros. Este tipo de interacciones no han sido entendidas del todo; sin embargo, se ha reconocido que mejoran el crecimiento, la metamorfosis y la regeneración de extremidades (Hopkins *et al.*, 1994; Chung *et al.,* 1998b). En el caso particular de estadios larvales de crustáceos, se detectaron receptores de ecdisteroides en nauplios de *Artemia salina* (Spindler *et al.,* 1984) y en larvas del camarón *Litopenaeus schmitti;* los experimentos realizados para probar la acción de diferentes fuentes de ecdisteroides en las larvas de esta última especie, tuvieron como resultado la reducción en el ciclo de muda y mayor eficiencia alimenticia (Freeman y Costlow, 1979), lo que destaca la importancia de estos compuestos en las fases tempranas del desarrollo y permite sugerir que el mecanismo de acción hormonal de los ecdisteroides se conserva entre las diferentes clases de crustáceos (Charmantier *et al*., 1997).

En los últimos años ha aumentado considerablemente la identificación de hormonas y proteínas reguladoras en crustáceos, similares a las de vertebrados, tales como la insulina, la gastrina/colecistoquinina, la vasopresina/oxitocina, los factores de crecimiento epidérmico, las aminas biogénicas y la acción de retinoides, como los compuestos de tipo hormonal, entre otros (Carrillo *et al.,* 2000; Liñán-Cabello *et al.,* 2002). Por ejemplo, se han obtenido incrementos significativos en el crecimiento larvario de *L. schmitti* y juveniles de *L. vannamei,* que recibieron extractos peptídicos similares a la insulina humana, obtenidos de la langosta espinosa *Panulirus argus,* como aditivo alimentario (Gallardo, 1998). Cancre *et al.* (1995) reportaron la presencia de sustancias similares al factor de crecimiento epidérmico en el tejido hepatopancreático del camarón *Palaemon serratus*. Estos resultados sugieren que tanto el desarrollo larvario, como el crecimiento de los juveniles de los crustáceos peneidos, son susceptibles de ser estimulados con compuestos hormonales incluidos en la dieta.

Las dietas enriquecidas con la hormona de crecimiento humana (somatotropina o GH) incrementaron significativamente el desarrollo de larvas de camarón *L. vannamei* y su resistencia a cambios en la salinidad (Toullec *et al*., 1991). Por otra parte, Charmantier *et al.* (1989) experimentaron durante el periodo de crecimiento de *Homarus americanus* con la GH, y obtuvieron mayor peso en los estadios de desarrollo subsecuentes.

Los aminoácidos libres también favorecen el crecimiento de camarones peneidos cuando se adicionan a la dieta en forma de suplementos, porque mejoran su atractibilidad y estimulan el apetito (Akiyama *et al*., 1992). Al respecto, Kitabayashi *et al*. (1971) observaron una mejora en el crecimiento de *Marsupenaeus japonicus* cuando incluyeron glucosamina a 0.52% en su dieta. En forma similar, las enzimas proteolíticas y amilolíticas ayudan al proceso de crecimiento, en virtud de que inducen la actividad de las enzimas del tracto digestivo y de los zimógenos de las proteasas endógenas, entre otros compuestos (Lemos *et al.,* 1999). Maugle *et al.* (1982) experimentaron con la microencapsulación de amilasa y tripsina en la dieta de postlarvas de *Marsupenaeus japonicus* y observaron que con ambos tratamientos los especimenes ganaron peso y la frecuencia de las mudas aumentó. De acuerdo con Buchanan *et al.* (1997), la inclusión de una mezcla de enzimas a 0.25% en las dietas de juveniles de *Penaeus monodon* incrementó la ganancia en peso y favoreció significativamente el factor de conversión del alimento.

El potencial en la aplicación de compuestos con propiedades bioactivas como promotores de crecimiento es evidentemente alto, aún más si se considera que la incesante expansión en el cultivo de crustá-

ceos en nuestro país requiere que estos factores sean inocuos para los organismos y para los consumidores. Las aplicaciones encaminadas a acelerar el desarrollo de los crustáceos deberán tener como base un conocimiento profundo de la fisiología, la química de las moléculas bioactivas y su metabolismo, así como de las hormonas reguladoras del crecimiento y de los métodos de inclusión de dichas moléculas, con el fin de maximizar los efectos estimulantes.

Crecimiento en peces

La mitad de los costos de operación en los sistemas acuaculturales corresponde a la alimentación y por ello, uno de los principales intereses de las bioempresas es acelerar el crecimiento y optimizar la tasa de eficiencia de conversión alimenticia de los peces cultivados. Las medidas para alcanzar estos objetivos han estado enmarcadas dentro de programas de selección genética y manejo; sin embargo, en la actualidad, mediante algunos principios biotecnológicos se ha estimulado el apetito, acelerado el crecimiento y mejorado la tasa de conversión alimenticia (Rahman y Maclean, 1998; Igor, 2002).

La hormona del crecimiento (HC) es un polipéptido que juega un papel clave en este proceso; es sintetizado en el interior de la glándula pituitaria. Una vez en el torrente sanguíneo, una elevada proporción de la HC se acopla a una proteína específica, probablemente responsable del control de la vida media de la hormona en circulación. Después de enlazarse con los receptores específicos de la célula, la HC estimulan la síntesis y la secreción de un factor, tipo insulina, que a su vez incide en forma positiva sobre el crecimiento.

La aceleración del crecimiento por efecto de la acción de HC ha sido estudiada en tilapia y en otras especies de peces (de la Fuente *et al.*, 1998); empero, aún se desconoce la concentración óptima para alcanzar la tasa máxima de crecimiento, sin perjuicio para el pez y los consumidores, ya que en exceso afecta la interacción de los HC-complejo receptores.

También se han realizado estudios sobre la inserción de los genes que codifican la HC en diferentes especies de peces dulceacuícolas y marinos (Silverstein *et al.,* 2000; Wu *et al.,* 2003). En el Reino Unido, Rahman y Maclean (1998) generaron una línea de tilapia transgénica a partir de la inserción de un gen de HC obtenido del salmón, por microinyección en sus huevos; la tasa de crecimiento de las generaciones resultantes (G1 y G2) fue cuatro veces mayor que la de líneas emparentadas no modificadas. Durante un periodo de cultivo, Rahman *et al.* (2001) observaron que el peso de especimenes transgénicos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) fue 2.5 veces mayor al de los peces testigo; no obstante, se ha observado que el uso de esos genes puede tener consecuencias tanto morfológicas como reproductivas. La tecnología para introducir el gen HC en lenguado, trucha y tilapia ya está disponible en el mercado, como *AquAdvantage*™, producto comercializado por la empresa A/F Protein; y es posible que la Food and Drug Administration (FDA) de EU lo apruebe si se demuestra que sus efectos son inocuos para otros organismos (López *et al.,* 2003).

Otro compuesto de interés científico es el lactógeno placental, aislado de la placenta de bovinos y humanos, que demostró ser altamente eficiente en acelerar el crecimiento en diversas especies de peces, ya que aumenta la proporción de proteína y disminuye la producción de grasa (Hunt *et al.,* 2000). Por otro lado, diferentes compuestos hormonales, como la prolactina, la gonadotropina, la somatolactina y los receptores de estrógenos, han sido clonados en diversos organismos con el fin de favorecer la reproducción y el crecimiento (Dan y Little, 2000).

Independientemente de las investigaciones realizadas sobre el empleo de compuestos recombinados para mejorar el crecimiento, las leyes actuales impiden su aplicación en el cultivo de peces destinados al consumo humano. Por esta razón es de vital importancia que los genes usados para la producción de líneas de peces transgénicos provengan de otras familias de peces y no de mamíferos o virus. Por otro lado, a partir de 1993 la FDA aprobó el empleo de HC bovina recombinada para aumentar la producción de leche, lo cual podría facilitar la obtención de la autorización de las agencias gubernamentales para el uso de proteínas recombinadas de la familia hormona de crecimiento-prolactina en peces, una vez que las dosis y los mecanismos de administración hayan sido determinados y se compruebe su inocuidad para el consumidor humano (Igor, 2002).

Control de sexo

El control de la reproducción en algunas especies de peces favorece el rendimiento en los sistemas acuícolas, ya sea aplicado a las especies que maduran sexualmente en forma temprana, lo que impide que el organismo alcance la talla comercial, o por medio de cultivos monosexuales, que permiten aprovechar las capacidades específicas de los organismos de un sexo con respecto al otro, especialmente de aquellas relacionadas con la mayor tasa de crecimiento.

Con el fin de lograr el control de sexo se utilizan métodos endocrinos que consisten en el empleo de compuestos de naturaleza androgénica o estrogénica, en combinación con la manipulación de comple-

mentos cromosómicos (ginogénesis, androgénesis y poliploidización) o la combinación de estas técnicas (López *et al*., 2003).

En el cultivo de tilapia se practica el de tipo monosexo, preferentemente de machos, lo cual evita la reproducción de las hembras durante la fase temprana del crecimiento (Dan y Little, 2000). El empleo de esteroides para la inversión sexual de tilapia puede producir gametos de un solo sexo (carentes de los cromosomas que determinan el sexo opuesto), obteniendo con ello cultivos unisexuales (Nakamura, 2000). En Chile se han usado neo-machos o machos productores de semen con cromosomas generadores de hembras, para la producción de poblaciones-hembra de truchas y de salmón del Atlántico (Igor, 2002). Por otro lado, por medio de sondas genéticas se ha logrado la detección de secuencias que identifican el cromosoma "Y" (determinante de masculinidad), lo que ha facilitado la selección de peces según las características del genotipo, independientemente de su sexo funcional (Toro, 1987).

La manipulación de complementos cromosómicos puede realizarse en combinación con métodos endocrinos para producir los llamados "superpeces", que son triploides o cuadriploides (con tres o cuatro grupos completos de cromosomas respectivamente), cuya ventaja es que su maduración sexual es tardía y son estériles, lo cual minimiza el riesgo ambiental en caso de liberación accidental (Gomelsky, 2003).

Durante los últimos años, en la región occidental de México el cultivo de peces, y en especial de tilapia, ha adquirido gran importancia porque proporciona beneficios sociales y económicos. Este cultivo surgió como una opción productiva para los habitantes de regiones marginadas; sin embargo, actualmente es una actividad empresarial a la que cada vez más se incorporan nuevos productores con diverso grado de tecnificación, como el control del sexo, para optimizar sus rendimientos. Para el control del cultivo monosexo se realiza la inversión sexual con hormonas esteroides, especialmente la 17 alfa-metiltestosterona, con el cual se obtienen porcentajes de masculinización de 95%, especialmente en *Oreochromis niloticus* var. *Stirling* (comunicación personal Mena-Herrera[1]).

Inducción a la reproducción de crustáceos y peces. La introducción de especies marinas a sistemas de cultivo generalmente interfiere en los procesos reproductivos, de ahí que uno de los grandes desafíos de los acuicultores sea la obtención de gametos maduros, lo cual genera la necesidad de identificar métodos que sincronicen o retrasen la maduración gonádica.

En la camaronicultura se emplea la técnica de la ablación de los pedúnculos oculares para propiciar la maduración gonadal, si bien la remoción de esa estructura afecta la supervivencia de los organismos (Chamberlain y Gervains, 1984). Por ello se han descrito técnicas alternativas, tales como los implantes de extractos obtenidos del ganglio torácico y el cerebro, para la obtención de la hormona estimuladora de la gónada (HEG) (Yano, 1993), y del órgano mandibular, como fuente de terpenoides, tales como el metil farnesoato y el ácido farnesoico en diferentes especies de crustáceos (Laufer *et al.,* 1987; Laufer *et al*., 1994). También se han descrito ampliamente los efectos de la inoculación de neurotransmisores, péptidos opoides, y compuestos tipo hormonal para acelerar la maduración (Laufer *et al.*, 1994; Fingerman, 1997; Vaca y Alfaro, 2000; Liñán-Cabello *et al.,* 2004a; Liñán-Cabello y Paniagua-Michel, 2004). Según estos autores, entre los compuestos estimuladores con mayor potencial de aplicación en *L. vannamei,* la especie de mayor importancia comercial en México, destacan: el metil farnesoato, la 5-hidroxitriptamina, la naloxona, la hormona concentradora del pigmento rojo (HCPR) y el retinol palmitato, respectivamente.

En el caso de peces, la inducción a la maduración por medio de hormonas gonadotrofinas pituitarias es costosa y poco confiable debido a que se desnaturalizan fácilmente durante el almacenaje, y a que en algunos casos causan reacciones inmunológicas adversas (Zohar, 1989). El empleo reciente de compuestos análogos estimulantes para la síntesis y la liberación de gonadotrofina endógena ha resuelto diversas necesidades en la reproducción en especies de agua dulce, por lo que ha comenzado la exploración de su uso en especies marinas (Crim y Bettles, 1997; Lee y Yang, 2002). En algunas especies dulceacuícolas, como los cíclidos, el uso conjunto de análogos para la liberación de gonadotrofinas y de dopamina (agente inhibidor de la liberación de gonadotrofinas) ha sido una técnica más efectiva (Peter *et al*., 1993; Donaldson, 1996; Crim y Bettles, 1997), lo cual sugiere que tiene potencial para ser aplicado en los sistemas acuaculturales de especies marinas con alto valor en el mercado.

Pigmentación de organismos cultivados

En años recientes se ha observado un creciente número de granjas para el cultivo de camarón en México y particularmente en los estados del Pacífico central mexicano. En estos sitios la especie más cultivada mediante sistemas intensivos y semi-intensivos ha

1. Dr. Alfredo Mena-Herrera, investigador, Facultad de Ciencias Marinas Universidad de Colima.

sido el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Uno de los problemas al que se enfrenta esta industria es la disminución de la coloración corporal derivada de las deficiencias de pigmentos carotenoides en el alimento, ya que los crustáceos, al igual que muchos otros animales, son incapaces de sintetizar carotenoides *de novo* y, por tanto, la pigmentación deriva directamente del consumo de astaxantina o pigmentos precursores.

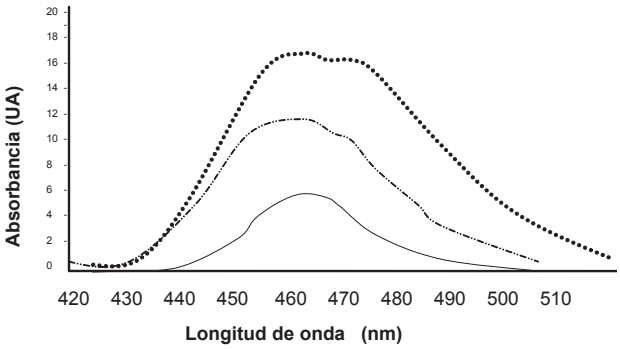
Esta disfunción pigmentaria ha sido llamada síndrome de coloración y se ha registrado en otras especies, tales como el *L. monodon, M. japonicus* y otros organismos cuya comercialización depende del color, como los salmónidos, cangrejos y aves (Chien y Jeng, 1992; Menasveta *et al.,* 1993; Hudon, 1994).

Durante el cultivo de *L. vannamei* en sistemas de agua dulce en el municipio de Tecomán (Colima), los autores de este documento registraron concentraciones de carotenoides totales en el tejido integumentario de organismos de talla comercial, significativamente menores ($p<0.05$) que las obtenidas en poblaciones silvestres (26.9 mg/kg) (la *figura 1* muestra los espectros de carotenoides totales asociados a población), evidencia de cómo las condiciones de cultivo, y posiblemente el régimen alimenticio, afectan el contenido de pigmentos en organismos cultivados.

Diferentes autores han publicado investigaciones orientadas a corregir el síndrome de coloración mediante protocolos de adición en el alimento de carotenoides naturales, sintéticos o de ambos tipos (Tabla 1), para hacer el producto más atractivo visualmente y aumentar su capacidad competitiva en los mercados regionales y de exportación.

También se ha reconocido la funcionalidad de algunos carotenoides como potentes antioxidantes (Tsuchiya *et al.,* 1992; Terao *et al*., 1992; Halliwell y Arouma, 1992; Miki *et al*., 1994) que pueden actuar en la hemolinfa y el tejido gonadal de crustáceos, para proteger las biomoléculas contra el daño ocasionado por los radicales libres (Harrison, 1990). Los antioxidantes operan de manera conjunta en los mecanismos catalíticos de depuración de tipo enzimático dentro del organismo.

Figura 1
Espectro de absorción asociado a carotenoides totales en el integumento de *L. vannamei,* cultivado en diferentes unidades de cultivo, en comparación con una población silvestre



____ granja comercial 1, -.-. granja comercial 2, …… población silvestre.

Estas características hacen de los carotenoides un elemento clave para prevenir el estrés oxidativo y con ello evitar perjuicios sobre macromoléculas como las proteínas, el ADN y los ácidos grasos poliinsaturados en periodos críticos de la vida del organismo. Se favorece con ello procesos tales como el crecimiento y la reproducción (Liñán-Cabello *et al.,* 2002).

Productos de interés de origen algal. Las algas se consideran uno de los grupos de mayor versatilidad por su tamaño, forma, función ecológica y composición bioquímica (Vonshak, 1993). Tanto las microalgas eucariotas como las procariotas son maquinarias fotosintéticas productoras de pigmentos con adaptaciones ecofisiológicas y plasticidad bioquímica únicas. Estas capacidades les permiten realizar procesos de conversión de la energía solar en compuestos químicos en una amplia variedad de condiciones ambientales y a una velocidad mayor que cualquier otra fuente vegetal (Paniagua-Michel, 1994).

Tabla 1
Protocolos de pigmentación con astaxantina natural y sintética en camarones cultivados

Especie	*Compuesto/origen*	*Estrategia*	*Carotenoides totales integumento (mg/kg)*	*Autor*
P. monodon	Astaxantina/sintética	50 ppm/dieta/4 semanas	50.75 (integumento) 14.50 (músculo)	Menasveta *et al.* (1993)
M. japonicus	Astaxantina/sintética	30 días 100 mg/100g	-	Chien y Jeng (1992)
M. japonicus, P. monodon	Astaxantina/natural	50-100 ppm 30-60 días	30-40 (integumento)	Meyers y Latscha (1997)
M. japonicus, P. monodon	Astaxantina/natural	30-70 ppm continuo	-	Meyers y Latscha (1997)
M. japonicus, P. monodon	Astaxantina/natural	150-300 ppm	-	Lorenz (1998)

A diferencia de las plantas superiores, donde los productos recuperables están en órganos específicos, en las microalgas toda la célula posee los productos químicos de interés, lo que facilita la producción y la extracción de esos compuestos (Cohen, 1986; Richmond, 1986).

Las microalgas pueden ser utilizadas en una vasta gama de bioindustrias, para la extracción de lípidos, glicerol, pigmentos, ficobilinas, hidrocarburos y polisacáridos; en la alimentación animal y humana pueden proporcionar sustitutos proteicos, vitaminas, aminoácidos; en la producción de compuestos biológicamente activos como toxinas, inhibidores enzimáticos, antivirales, antibióticos y marcadores fluorescentes para inmunología; además de su potencial en cuanto a la producción de energía, dado que una vez extraídos los productos de interés, una fracción de la biomasa producida en forma de residuos celulares puede convertirse en metano o alcohol (Paniagua-Michel, 1994; Yim *et al.*, 2004).

En la *tabla 2* se mencionan algunas aplicaciones para el aprovechamiento de microalgas que, gracias a los cuadros ambientes imperantes en la región centro-occidente del país y a su disponibilidad natural, tienen potencial de uso empresarial.

Metabolitos activos derivados de organismos marinos. Las condiciones variables del ambiente marino han generado una serie de adaptaciones fisiológicas en los organismos que ahí habitan, que les permiten sintetizar moléculas que no tienen equivalencia con las terrestres, tales como terpenoides esteroides, isoprenoides, prostaglandinas, quinonas, además de un diverso grupo de toxinas (Bhakuni y Rawat, 2005).

Los estudios sobre la abundancia y la diversidad de los invertebrados que moran en el Pacífico central mexicano son escasos, pero los dirigidos al aislamiento y la caracterización de compuestos funcionales lo son aún más.

A partir de esponjas como *Dysidea avara* y *Geodia cydonium* se han purificado compuestos como el

Tabla 2
Posibles usos de microalgas en la región centro-occidente del país

Grupo/fuente	*Producto*	*Aplicación*	*Referencia*
Enteromorpha sp	Clorofila-*a,* feofitina-*a,* pirofeofitina *a*	Propiedades antioxidantes	Choo *et al.* (2004).
Algas rojas, cianobacterias y microalgas	Superoxido dismutasa (SOD)	Reduce los efectos del VIH y la replicación viral en pacientes seropositivas, inhibición de procesos carcino- génicos producidos por irradiación UV, capacidades antiinflamatorias	Goyer *et al.* (2002), Fleck *et al.* (2003).
Diferentes géneros de algas rojas y pardas	Carragenano, Fucoidán	Aditivo alimenticio, capacidad antitrómbica	Ertesvåg y Valla (1998), Marais y Joseleau (2001); van de Velde *et al.* (2001).
Microalga *Phaecystis sp.*	Ácido acrílico	Antibiotico	Metting y Pyne (2002)
Microalgas *Spirulina platensis, Chlorocuccum sp, Dunaliella primolecta*	Ácido λ-linolénico	Antibiotico	Freile-Pelegrin (2001)
Microalga *Spirulina platenses*	Calcio-spirulan	Propiedades antivirales para VIH	Hayashi y Hayashi (1996), Lee *et al.* (1998)
Dinoflagelado *Amphidinium klebsii*	Amfidinol 2, hidroxilpolieno	Antibiótico	Pesand (1990)
Microalgas *Hematococcus pluviales, H. lacustris,*	Astaxantina	Provitamina a, pig-mentante y potente antioxidante	Boussiba y Vonshak (1991), Lee y Ding (1994)
Microalga *Dunaliella salina*	Glicerol	Propiedades: humectante, antisépticas, hidroscópicas y espesantes	Hernández-Nazario *et al.* (2000)
	B-carotene, luteina, 9-*cis*-β -caroteno	Provitamina A, pigmentante, Antioxidante	García-González *et al.* (2005)
Microalga Gyrodinium impudicum	Exopolisacaridos sulfatados	Propiedades antivirales contra el virus de la Encefalo-miocarditis (emc)	Yim *et al.* (2004)
Diversas especies de cianobacterias	Sulfolípidos	Inhiben del proceso de transcripción del VIH	Lau *et al.* (1993), Sudo *et al.* (1995).

avaral y la avarona, metabolitos utilizados como mecanismos de defensa, con probada actividad antiinflamatoria, antibacteriana, antitumoral, antileucémica y antiviral (Puliti y Mattia, 2000). Otras investigaciones demuestran que compuestos citotóxicos, tales como las espongistatinas, derivados de esta especie, interfieren durante la retrotranscripción del RNA del virus del sida, característico del proceso de infección, reduciendo la capacidad de este virus de destruir las células "T" del huésped (Sarma, 1993). Compuestos similares han sido descritos en otras especies del género *Dysidea* registradas en el Pacífico (Erdogan *et al.*, 1999).

Un grupo de investigadores de los institutos de Química y de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, y del Departamento de Biotecnología de la UAM-Iztapalapa han encontrado en la esponja *Aplysina thiona,* que se distribuye en el Pacífico central mexicano, algunos compuestos químicos con actividad antimicrobiana (Cruz *et al*., 1990).

En algunas especies de corales, como *Plexaura homomalla*,[2] se reportan elevadas concentraciones de prostaglandinas, sustancias con efectos de relajación y estiramiento de músculos lisos no vasculares de los humanos, por lo que pueden facilitar la labor del parto; estos compuestos son de origen natural, y puesto que los efectos secundarios son mínimos, su uso es más recomendable que el del fármaco obtenido en forma sintética (Abraham, 1974). En México se ha evaluado la factibilidad del emplear este recurso y también se ha desarrollado la tecnología para hacer semicultivos en escala industrial de dicha especie; pero estos proyectos no han sido realizados (Romeu, 1995).

Entre las toxinas de las anémonas se encuentran las neurotoxinas, que interactúan con los canales de Na^+ de células nerviosas y musculares cardiacas, y las citolisinas (generalmente de 20 KD), que dañan las membranas formando poros o canales. Las citolisinas son un grupo heterogéneo de proteínas que algunas veces presentan afinidad por ciertos lípidos, como la espingomielina. Los principales efectos de estos compuestos son el dolor, la inflamación y la parálisis neuromuscular (Papagianni, 2003). La identificación de una citolisina en filamentos del mesenterio de *Metridum senile* sugiere que contribuye a la fragmentación de la presa antes de su digestión. En la actualidad se han aislado más de 30 citolisinas de aproximadamente 20 especies de anémonas, gran parte de ellas existente en la costa este del Pacífico (Caneiros *et al.,* 2003). Prior-Mier y Terán (2002) aislaron y caracterizaron toxinas peptídicas de la anémona *Anthopleura xanthogramica* (distribuida a lo largo la zona intermareal del Pacífico mexicano), con actividad citotóxica hacia diferentes líneas celulares de cáncer y con efecto potenciador de la respuesta inmune.

Los representantes del género *Conus* del Pacífico producen el ziconotide, cuyas propiedades anestésicas son 50 veces más potentes que la morfina y no presenta efectos adictivos (Shen *et al.,* 2000; Proksch *et al.,* 2002); este compuesto está registrado por la FDA y su comercialización se inició en Estados Unidos a partir de 2003. Investigaciones recientes sobre los genes que codifican la producción del veneno de dos especies de conos distribuidas en el Pacífico tropical (*Conus purpurascens* y *Conus pennaceus*) han mostrado que tienen la capacidad de mutar a un ritmo cinco veces superior al de cualquier gen de mamífero, por lo que se han desarrollado muchos péptidos que pueden ser útiles en el desarrollo de nuevas drogas (Tsetlin y Hucho, 2004). Resulta de interés el reporte de la existencia de C. *purpurascens* en las costas de Colima y Jalisco, (Ríos-Jara *et al*., 2001; Ríos-Jara *et al*., en este mismo libro).

Los mejillones viven en la turbulenta zona intermareal de todos los océanos; su supervivencia depende de su capacidad de adherirse a las rocas, lo que logran con una estructura en la base del pie que se extiende y que une cada filamento a un objeto estacionario con una pequeña cantidad de adhesivo. El pie repite el proceso hasta que es capaz de resistir el impulso de las mareas, las corrientes y los depredadores. Un mejillón tarda cinco minutos en fabricar una placa adhesiva y usa aproximadamente 20 estructuras de este tipo para anclarse. La resistencia del pegamento se debe al alto contenido de aminoácidos hidroxilados contenidos en la proteína Mefp-1; las propiedades de esta biomolécula le permiten resistir el embate del agua (Inoue *et al.,* 1996). Estas proteínas no son tóxicas, son biodegradables y ofrecen una amplia gama de usos en medicina, tales como la reparación de huesos, tendones o tejidos finos. Estos compuestos se emplean en odontología como adhesivo para llenar las cavidades dentales o para fijar dientes rotos. Las aplicaciones potenciales en cirugía son amplias, particularmente en el recubrimiento de suturas para prevenir infecciones (Burzio *et al.,* 1996).

Otros productos de interés son las glucosaminas y el sulfato de condroitina que se obtienen del mejillón de labio verde, *Perna canaliculus* (originario del Pacífico occidental); estas sustancias tienen la capacidad de disminuir la inflamación producida por la artritis y

2. Esta especie, que se distribuye en el mar Caribe, actualmente está incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 referente a las especies en riesgo y en peligro de extinción (DOF, 2002).

el asma, sin alterar la mucosa gástrica (Orima, 1998; Bierer y Bui, 2002). El mejillón del género *Mytilus* spp podría cultivarse en bahías y sistemas lagunares del Pacífico central mexicano, a partir de la tecnología de cultivo de *M. edulis* que se practica en el norte de nuestro país, con el fin de extraer compuestos de alto valor comercial, similares a los descritos. De acuerdo con Ríos-Jara *et al.* (2001) en la costa de Colima y Jalisco existen cuatro especies de mejillón (*Brachiodontes adamsianus, B. semilaevis, Mytella guyanensis, Modiolus capax*), de las cuales no se ha evaluado el potencial de cultivo y sólo se aprovecha en baja proporción la carne y la concha.

En un estudio dirigido a identificar la capacidad antibiótica de productos de origen marino, se consiguieron halos de inhibición contra *Staphylococcus aureus* cuando se utilizaron fluidos corporales de pescado, obtenidos mediante cocción y prensado en una planta procesadora de harina (Murillo-Ortega, 2001). Esto muestra la necesidad de realizar estudios prospectivos sobre las diferentes propiedades biomédicas de la fauna que se procesa en la costa occidental de México.

Otras investigaciones sobre especies marinas que se distribuyen en el Pacífico mexicano y que ofrecen gran potencial para su aprovechamiento, se refieren al empleo de productos extraídos de diversas especies de algas, bacterias, hongos e invertebrados tales como enzimas, compuestos antibacterianos, productos de uso farmacológico, así como aplicaciones diversas en cosmetología, biorremediación y acuicultura (Tabla 3).

Conclusiones

Existe un gradual incremento en el empleo de aditivos alimenticios para favorecer los procesos fisiológicos y metabólicos de los individuos cultivados y así elevar los rendimientos en los sistemas de producción acuícola; sin embargo, en la medida en que se acrecienten los conocimientos sobre la diversidad funcional de las formas de vida marina y su accionar genético y se compruebe su inocuidad para el consumo humano, otras aplicaciones biotecnológicas podrán ser practicadas para la introducción de nuevos caracteres o mejorar los existentes en los organismos.

A pesar de la grandes expectativas que se han depositado en los productos y metabolitos obtenidos a partir de organismos marinos, orientadas a resolver necesidades básicas en materia de nutrición, salud humana y ambientales, en la costa occidental de México, como en el resto de América Latina, la biotecnología marina se encuentra en un estado de desarrollo temprano, y la pesca es el medio principal de aprovechamiento de los recursos marinos.

En el estado de Colima en los últimos años se ha incrementado el cultivo de camarón por la adaptación

Tabla 3
Otras aplicaciones de especies de origen acuático cuya distribución y abundancia ofrecen un potencial para su aprovechamiento en el Pacífico central mexicano

Grupo/fuente	*Producto/disciplina*	*Aplicación*	*Referencia*
Mytilus edulis	Calcio y muco- polisacáridos.	Reconstrucción dental, ósea, uso antibacteriano.	Hernroth, (2003a), Hernroth, (2003b).
Diversas especies de moluscos, diatomeas marinas	Materiales bio- moleculares	Implantes médicos, dispositivos eléctricos, capas protectoras	Bunker *et al.* (1994).
Diversas especies del genero *Vibrio*	Enzimas Extracelulares	Biodetergentes, dispersor de células en cultivos celulares	Moreira *et al.* (2003).
Diversos géneros de de algas hongos y bacterias	Enzimas haloperoxidasas (SOD)	Diversos usos en medicina, cosmetología y alimentos	Durán y Esposito (2000).
Diversas especies de bacterias hongos y algas.	Biorremediación	Remoción y depuración de contaminantes	De la Noue y de Pauw (1998)
Caparacho de custáceos y otras fuentes de compuestos quitino-proteicos.	Quitina, quitosana, n-acetil-d-glucosamina y/o sus derivados.	Diversas aplicaciones en medicina, tratamiento de efluentes, industria alimentaria, farmacéutica, en acuicultura, cromatografía e inmunología entre otros.	Camarillo y Avelizapa (1999).
Bacteria marinas *Hahella chejuensis, Xanthomonas campestres, Streptococcus thermophilus*	Polisacáridos extracelulares y pigmentos	Usos industriales tales como la emulsificación, formación de geles, absorción y tratamientos anticancer.	Fu y Tseng (1990, Martins *et al*. (1990), Low *et al*. (1998)
Bacteria *Moraxella sp*	Extractos bacterianos	Propiedades antivirales especificas para poliovirus	Toranzo *et al*. (1982), Girones *et al.* (1989).
Briozoario *Bugula neritina*	Briostatina 1	Actividad contra la leucemia, cáncer de pecho, piel, colon, pulmón y sistema linfático	Lim y Margo (2004).

de la tecnología de cultivo de *Litopenaeus vannamei* a sistemas de agua dulce con alta dureza. Lo anterior, aunado a la baja incidencia de síndromes de origen viral y bacteriano reportados en la región y que comúnmente afectan la sobrevivencia del camarón cultivado en sistemas marinos, representa un importante potencial para la economía de la región, además de la posibilidad de ser extensiva para otros estados de la costa del Pacífico.

El cultivo de organismos acuáticos requiere dedicación y una visión de largo plazo, como en otros negocios relacionados con la producción de alimentos, existen factores de riesgo que pueden conducir a altibajos en los rendimientos. Empero, mediante un esquema dirigido a instrumentar mejores tecnologías de cultivo, conformación de conjuntos regionales para la generación de productos con alto valor agregado, la formulación de políticas viables en materia de desarrollo, bioseguridad y propiedad intelectual, además de contar con el apoyo conjunto de las instituciones de investigación y educación, se podría favorecer la investigación en materia de bioprospección con particular interés en invertebrados marinos, investigación aplicada en especies endémicas con potencial acuacultural y la formación de recursos humanos especializados, derivando con ello sinergias en favor del desarrollo de la actividad acuícola.

Referencias bibliográficas

Abraham, N.A. 1974. Prostaglandin ix. A simple synthesis of optically active 11-deoxyprostaglandins. *Tetrahedron Letters,* 15(15): 1393-1394.

Akiyama, D.M., W.G. Dominy y A.L. Lawrence. 1992. Penaeid shrimp nutrition. En: W. Arlo Fast y I.J. Lester (eds.). *Marine shrimp culture: Principles and practices*. Elsevier, eu. pp. 535-568.

Bhakuni, D.S y D.S. Rawat. 2005. *Bioactive marine natural products*. Springer. Nueva Delhi, India. 382p

Bierer, T.L. y L.M. Bui. 2002. Improvement of arthritic signs in dogs fed green-lipped mussel (*Perna canaliculus*). *J Nutr*., 132(6-2): 1634-1636.

Boussiba, S. y A. Vonshak. 1991. Astaxanthin accumulation in the green alga *Hematococcus pluvialis*. *Plant Cell Physiol*., 32: 1077-82.

Buchanan, J., H.Z. Sarac, D. Popí. y R.T. Cowan. 1997. Effect of enzyme addition to canola meal in prawn diets. *Aquaculture,* 151: 29-35.

Bunker, B.C., P.C. Rieke, B.J. Tarasevich, A.A. Campbell, G.E. Fryxell, G.L. Graff, L. Song, J. Liu, J.W. Virden y G.L. McVay. 1994. Ceramic thin-film formation on functionalized interfaces through biomimetic processing. *Science,* 264: 48-55.

Burzio, V.A., T. Silva, J. Pardo y L.O. Burzio. 1996. Mussels adhesives protein enhances the immobilization of human chorionic gonadotrophin to a solid support. *Anal Biochem*., 241(2): 190-194.

Camarillo, C.R. y R.I. Avelizapa. 1999. Las quitinasas bacterianas y sus posibles aplicaciones biotecnológicas. En: B.L.A. Prado, O.S. Huerta, S.G. Rodríguez y C.G. Saucedo (eds.). *Avances en purificación y aplicación de enzimas en biotecnología.* uam, México. pp. 287-314.

Cancre, I., A. Van Wormhoudt y Y. Le Gal. 1995. Effects of cellular growth factors on crustacean hepatopancreas cell suspensions. *J. Mar. Biotechnol.*, 2: 83-87.

Caneiros, A.M.D., C. Kushemerick, J. Koenen, M.H.L. Arndt, M.N. Cordeiro, C. Chávez-Olortegui, C.R. Diniz, M.V. Gómez, E. Kalapothakis, M.A.M. Prado. y V.F. Prado. 2003. Expression of a functional recombinant *Phoneutria nigriventer* toxin active on K[+] chanels. *Toxicon*, 41(3): 305–313.

Carrillo, O., F. Vega-Villasante, H. Nolasco y N. Gallardo. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. En: L.E. Cruz -Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa y R. Civera-Cerecedo (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola.* Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán, México. 35p.

Chamberlain, G.W. y N.F. Gervains. 1984. Comparison of unilateral eyestalk ablation with environmental control for ovarian maturation of *Penaeus stylirostris. Journal World Mariculture Society*, 15: 179-185.

Charmantier, G., M. Charmantier-Daures y D.E. Aiken. 1989. Somatrotopine stimule la croissance de jeunes homards américains, *Homarus americanus* (Crustacea, Decapoda). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 308: 21-26.

Charmantier, G., M. Charmantier-Daures y F. Van Herp. 1997. Hormonal regulation of growth and reproduction in crustaceans. En: M. Fingerman, N. Rachakonda y M. Thompson (eds.). *Recent Advances in Marine Biotechnology.* Vol. 1. Science Publisher, eu. pp. 109-161.

Chien, Y.H. y S.C. Jeng. 1992. Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimens. *Aquaculture,* 102: 333-346.

Choo, K., P. Snoeijs y M. Pedersén. 2004. Oxidative stress tolerance in the filamentous green algae *Cladophora glomerata* and *Enteromorpha ahlneriana*. *Journal Experimental Marine Biology Ecology*, 298: 111-123.

Chung, A.C., D.S. Durica, S.W. Clifton, B.A. Roe y P. Hopkins. 1998a. Cloning of crustacean ecdysteroid receptor and retinoid-X receptor gene homologs and elevation of retinoid-X receptor mrna by retinoic acid. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 139: 209-227.

Chung, A.C., D. Durica y P.M. Hopkins, 1998b. Tissue-specific patterns and steady-state concentrations of ecdysteroid receptor and retinoid-X-receptor mrna during the molt cycle of the fiddler crab, *Uca pugilator*. *General Comparative Endocrinology*, 109: 375-389.

Cohen, Z. 1986. Products from microalgae. En: A. Richmond (ed.). *Handbook of microalgal mass culture.* crc Press, Boca Raton Fl. pp. 421-454.

Crim, L.W. y S. Bettles. 1997. Use of GnRHa analogues in fish culture. En: M. Fingerman, R. Nagabhushanam y M.F. Thompson (eds.). *Recent Advances in Marine Biotechnology and reproduction*. Oxford & IBH Publishing, India. pp. 369-382.

Cruz, F., L. Quijano, F. Gómez-Garibay y T. Ríos. 1990. Brominated metabolites from the sponge *Aplysina* (Verongia) *thiona*. *Journal of Natural Products*, 53(3): 543-548.

Dan, N.C. y D.C. Little. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. *Aquaculture,* 184: 221-231.

De la Fuente, J., I. Guillén y M.P. Estrada. 1998. The paradox of growth acceleration in tilapia. En: Y. Le Gal y O. H. Halvo-

son (eds.). *New Development in Marine Biotechnology.* Plenum Press, Nueva York. pp. 7-10.

De la Noue, J. y N. De Pauw. 1988. The potential of microalgal biotechnology: A review of production and uses of microalgae. *Biotechnology Advances,* 6: 725-770.

dof. 2002. Norma Oficial Mexicana nom-059-ecol-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación.* 6 de marzo.

Donaldson, E.M. 1996. Manipulation of reproduction in farmed fish. *Animal Reproduction Science,* 42(1-4): 381-392.

Durán, N. y E. Esposito. 2000. Potential applications of oxidative enzymes and phenoloxidase-like compounds in wastewater and soil treatment: A review. *Applied Catalysis: Environmental,* 28(2): 83-99.

Durica, D.S., A.C. Chung y P.M. Hopkins. 1999. Characterization of EcR and rxr gene homologs and receptor expression during the molt cycle in the crab, *Uca pugilator*. *Amer Zool*., 39: 758-773.

Durica, D.S., P.M. Hopkins y A. Chung. 1995. Ecdysteroids receptor gene expression during limb regeneration the crab*, Uca Pugilator*. *J Cell Biochem.*, 19: 338.

Erdogan, I., J. Tanaka, T. Higa y B. Sener. 1999. Marine sponges in pharmaceutical sciences. *Nat. Prod. Sci*., 5: 177–180.

Ertesvåg, H. y S. Valla. 1998. *Biosynthesis and applications of alginates. Polym. Degrad. Stabil.,* 59: 85-91.

Fleck, R.A., E.E. Benson, D.H. Bremner y J.G. Day. 2003. A comparative study of antioxidant protection in cryopreserved unicellular algae *Euglena gracilis* and *Haematococcus pluvialis. Cryo Lett.,* 24: 213-28.

Fingerman, M. 1997. Endocrinology: retrospective, prospective, and introspective analysis. *Physiology Zoology*, 70(3): 257-269.

Freeman, J.A. y J.D. Costlow. 1979. Endocrine regulation of metamorphosis in crab larvae. *Am Zool.,* 19: 979.

Freile-Pelegrin, Y. 2001. Algas en la "botica". *Avance y perspectiva*, 20: 283-292.

Fu, J.F. y Y.H. Tseng 1990. Construction of lactose-utilizing *Xanthomonas campestris* and production of xanthan gum from whey. *Appl. Environ Microbiol.,* 56: 919-923.

Gallardo, N. 1998. *Péptidos similares a las insulinas de los mamíferos en la langosta* Panulirus argus *Latreille (Crustacea, Decapoda): Análisis de la actividad biológica y caracterización de los posibles receptores*. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de La Habana, Cuba. 112p.

García-González, M., J. Moreno, J.C. Manzano, F.J. Florencio y M.G. Guerrero. 2005. Production of *Dunaliella salina* biomass rich in 9-*cis*-beta-carotene and lutein in a closed tubular photobioreactor. *Journal Biotechnology,* 115(1): 81-90.

Girones R, J.T. Jofre y A. Bosch. 1989. Isolation of marine bacteria with antiviral properties. *Can J. Microbiology,* 35(11): 1015-1021.

Gomelsky, B. 2003. Chromosome set manipulation and sex control in common carp: a review. *Aquat. Living Resour*., 16: 408-415.

Goyer, A., C. Haslekås, M. Miginiac-Maslow, U. Klein, P. Le Marechal, J.P. Jacquot y P. Decottignies. 2002. Isolation and characterization of a thioredoxin-dependent peroxidase from *Chlamydomonas reinhardtii*. *Eur J. Biochem.,* 269: 272-82.

Halliwell, B. y O. Arouma. 1992. DNA damage by oxygene-derived species: Its mechanism, and measurement using chromatographic methods. En: M. Scandalios (ed.). *Molecular biology of free radical scavenging systems.* cshl Press, Nueva York. pp. 47-63.

Harrison, K.E. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustacean: a review. *J Shellfish*., 6*:* 1-28.

Hayashi, T. y K. Hayashi. 1996. Calcium spirulan, an inhibitor of enveloped virus replication, from a blue-green alga *Spirulina platensis. J. Nat. Prod*., 59: 83-87.

Hernández-Nazario, L., M.M. Quintana-Cabrales y H.J. Morris-Quevedo. 2000. Obtención de glicerol a partir de la microalga *Dunaliella salina*. *Rev. Cubana Farmacología,* 34(2): 134-137.

Hernroth, B. 2003a. The influence of temperature and dose on antibacterial peptide response against lipopolysaccharide in the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Fish Shellfish Immunology*, 14: 25-37.

Hernroth, B. 2003b. Factors influencing bactericidal activity of blue mussel (*Mytilus edulis*) haemocytes against *Salmonella typhimurium*. *Fish Shellfish Immunology*, 14(2): 93-104.

Hetzel, D.J.S., P.J. Crocos, G.P. Davis, S.S. Moore y N.C. Preston. 2000. Response to selection and heritability for growth in the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture,* 181: 215-223.

Hopkins, P.M., D.S. Durica y K.L. Carter. 1994. Ecdysteroid and retinoid receptors in the early blastema of regenerating limb in the fiddler crab *Uca pugilator*. *Am. Zool.,* 34: 82-90.

Huberman, A. 1990. Hormonal control of molting in crustaceans. *Prog Clin Biol Res.,* 342:205-10

Hudon, J. 1994. Biotechnological applications of research on animal pigmentation. *Biotechnology Advances*, 12: 49-69.

Hunt, A.S., J.H. Soares, J.C. Byattb y J.E. Dahla. 2000. The effects of exogenous bovine growth hormone and placental lactogen on juvenile stripped bass *Morone saxatilis* feed and growth efficiency. *J World Aquaculture Society*, 31: 14–21.

Igor, I.S. 2002. Biotecnología aplicada a la acuicultura. *Acuanoticias,* 1: 6-10.

Inoue, K., Y. Takeuchi, D. Miki, S. Odo, S. Harayama y J.H. Waite. 1996. Cloning, sequencing and sites of expression of genes for the hydroxyarginine-containing adhesive-plaque proteins of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Eu J Biochem.,* 239: 172-176.

Kitabayashi, K., H. Kurata, K. Shudo, M. Nakamura y S. lshikawa. 1971. Studies on formula feed for kuruma prawn: l. On the relationship among glucosamine, phosphorus and calcium. *Bull. Tokai Reg Fish Res Lab.,* 65: 91-107.

Lachaise, F., A. Le Roux, M. Hubert y R. Lafont. 1993. The molting gland of crustacean: localization, activity, and endocrine control (a review). *J Crustacean. Biology,* 13: 198-234.

Lau, A.F., J.Siedlecki, J. Anleitner, G.M. Patterson, L.P. Caplan y E. Moore. 1993. Inhibition of reverse transcriptase activity by extracts of cultured bluegreen algae (Cyanophyta). *Plant Med*., 59: 148–151.

Laufer, H., D. Borst, F.C. Baker, C. Carrasco, M. Sinkus, C.C. Reuter, L.W. Tsai y D.A. Schooley. 1987. Identification of a hormone-like compound in a crustacean. *Science,* 235: 202-205.

Laufer, H., L. Liu y F. Van Herp. 1994. A neuropeptide family that inhibits the mandibular organ of crustacean and may regulate reproduction. En: A.B. Borkovec y M.J. Loeb. (eds.). *Insect Neurochemistry and Neuropharmacology.* crc Press, Boca Ratón, Florida. pp. 203-206.

Lee J.B., T. Hayashi, K. Hayashi, U. Sankawa, M. Maeda, T. Nemoto y H. Nakanishi. 1998. Further purification and structural analysis of calcium spirulan from *Spirulina platensis*. *J. Natural Productivity*, 61(9): 1101-1104.

Lee Y.K. y S.Y. Ding. 1994. Cell cycle and accumulation of astaxanthin in *Hematococcus lacustris* (Chlorophyta). *Journal Phycology*, 30: 445-449.

Lee, W.K. y S.W. Yang. 2002. Relationship between ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones and induction of oocyte maturation and ovulation in the cultured female Korean spotted sea bass *Lateolabrax maculatus* (Jeomnong-eo). *Aquaculture,* 207: 169-183.

Lemos, D., M.P. Hernández-Cortés, A. Navarrete, F.L. García-Carreño y V.N. Phan. 1999. Ontogenetic variation in digestive proteinase activity of larval and postlarval pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Mar Biol.,* 135: 653-662.

Lim, G.E y G. Margo. 2004. Candidatus *Endobugula glebosa*, a specific bacterial symbiont of the marine bryozoan *Bugula simplex* Haygood. *Appl. Environ. Microbiol.,* 70(8): 4921–4929.

Liñán-Cabello, M.A., J. Paniagua-Michel y P.M. Hopkins. 2002. Bioactive roles of carotenoids and retinoids in crustaceans. *Aquacult. Nutr.,* 8: 299-309.

Liñán-Cabello, M.A., R. Medina-Zendejas, M. Sánchez Barajas y A. Mena-Herrera. 2004a. Oxygenic, non-oxygenic carotenoids and vitamin a during the gonadic development in crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquacult Res*., 35: 605-911.

Liñán-Cabello, M.A. y J. Paniagua-Michel. 2004. Induction factors derived from carotenoids and vitamin A during the ovarian maturation of *Litopenaeus vannamei. Aquacul Inter.,* 12(6): 583-592.

López, M., P Marroquín, y M. Vega. 2003. *Genómica de especies piscícolas*. Genoma España cibt-fgam, Madrid, España. 104p.

Lorenz, T. 1998. A review of the carotenoid, astaxanthin, as a pigment source and vitamin for cultured *Penaeus* prawn*. NatureRose® Techical* Bulletin 056, Kaila-Kona, Hawaii. 55p.

Low, D, J.A. Ahlgren, D. Horne, D.J. Mcmahon., C.J. Oberg y J.R. Broadbent, 1998. Role of *Streptococcus thermophilus* MR-1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention. *Appl. Environ. Microbiol.,* 64: 2147-2151.

Luiten, E.E.M., I. Akkerman, A. Koulman, P. Kamermans, H. Reith, M.J. Barbosa, D. Sipkema y R.H. Wijffels. 2003. Realizing the promises of marine biotechnology. *Biomol Eng.,* 20: 429-439.

Marais M.F. y J.P. Joseleau., 2001. A fucoidan fraction from *Ascophyllum nodosum. Carbohydr Res*., 336: 155-159.

Martins, L.O., L.C. Brito y S.C. Isabel. 1990. Roles of Mn^{+2} and Ca^{+2}on alginate biosynthesis by *Pseudomonas aeruginosa. Enzyme Microb. Technol.,* 12: 794-799.

Maugle, R.D., O. Deshimaru, T. Katayama y K.L. Simpson. 1982. Characteristics of amylase and protease of the shrimp *Penaeus japonicus*. *Bull Jpn Soc Sci Fish.,* 48*:* 1753-1757.

Menasveta, P., W. Worawattanamateekul, T. Latscha y J.S. Clark. 1993. Correction of black tiger prawn (*Penaeus monodon,* Fabricus) coloration by astaxanthin. *Aquacult. Eng.,* 12: 203-213.

Metting. B. y J.W. Pyne. 2002. Review biologically active compounds from microalgae*. Enzyme and Microbial Technology,* 8: 386-394.

Meyers, S.P. y T. Latscha. 1997. Carotenoids. En: L. D'Abramo, D.E. Conklin y D.M. Akiyama (eds.). *Crustaceans Nutrition. World Aquaculture Society*, Baton Rouge, la. pp. 164-193

Miki, W., N. Otaki, N. Shimidzu y A.Yokoyama. 1994. Carotenoids as free radical scavengers in marine animals. *J. Mar. Biotechnol.,* 2: 35-37.

Moreira, K.A., T.S. Porto, M.F.S. Teixeir, A.L.F. Portoa, y J.L. Lima-Filho. 2003. New alkaline protease from *Nocardiopsis* sp.: partial purification and characterization. *Process Biochemistry,* 39(1): 67-72.

Murillo-Ortega, D. 2001. *Búsqueda de compuestos con actividad biomédica a partir de microalgas y fluido corporal de pescado.* Tesis de Maestría. cicese, Ensenada, bc. 83p.

Nakamura, M. 2000. Endocrinological studies on sex differentiation and reproduction in fish. *Nip. Suisan Gakk*., 66(3): 376-379.

Orima, H. 1998. *Clinical effects of the extract of the New Zealand green-lipped mussel on dogs and cats with joint diseases*. Research report. Division on Veterinary Radiology, Nippon Veterinary and Animal Science University. Nueva Zelanda. 14p.

Paniagua-Michel, J. 1994. Biotecnología microalgal y obtención de productos químicos alimenticios*. Serie Científica uabcs,* 2: 109-119.

Papagianni, M. 2003. Ribosomally synthesized peptides with antimicrobial properties: biosynthesis, structure, function, and applications. *Biotechnol Adv.,* 21: 465-499

Pesand, D. 1990. Antibacterial and antifungical activities of marine algae. En: I. Akatsuka (ed.). *Introduction to applied phycology*. Balogh International Incorporated, Illinois. pp. 26.

Peter, R.E., H.R Ling, G. Van Der Kraak y M. Little. 1993. Releasing hormones, dopamine antagonist and induced spawning. En: J.F. Muir y R.J. Roberts (eds.)*. Recent Advances in Aquaculture*. Blackwell, Oxford. pp. 4: 25-30.

Proksch, P., R.A. Edrada y R. Ebel. 2002. Drugs from the seas - current status and microbiological implications*. Appl. Microbiol. Biotechnol*., 59: 125-134.

Prior-Mier y A.G. Terán. 2002. *Aislamiento y caracterización de toxinas peptídicas de la anémona* Anthopleura xanthogrammica*.* Tesis de Maestría, cicese, bc. México. 78p.

Puliti, R. y C.A. Mattia. 2000. Conformational stability of avarol-type molecules. Crystal structure of 3`-methylaminoavarone, a metabolites from *Dysidea avara*. *J. Mol. Struct*., 516(1): 31-41.

Rahman, M.A. y N. Maclean. 1998. Production of lines of growth enhancend transgenic tilapia (*Oreochromis niloticus*) expressing a novel piscine growth hormone gene. En: Y. Le Gal y O.H. Halvorson (eds.). *New Developments in marine biotechnology*, Plenum Press. Nueva York. pp. 19-28.

Rahman, M. A., A. Ronyai, B.Z. Engidaw, K. Jauncey, G.L. Hwang, A. Smith, E. Roderick, D. Penman, L. Varadi y N. Maclean. 2001. Growth and nutritional trials on transgenic Nile tilapia containing an exogenous fish growth hormone gene. *J. Fish. Biol.,* 59: 62-78.

Romeu, A. 1995. El arrecife como un recurso. *Bodiversitas,* 3: 8-14.

Richmond, A. 1986. Microalgaculture*. Critical Reviews in Biotechnology,* 4(4): 369-438.

Rios-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, E. López-Uriarte, I. Enciso-Padilla y E. Robledo-Jarero. 2001. *Moluscos macrobéntonicos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima*. Informe final proyecto conabio, México. 101p.

Sarma, D.M. 1993. *Secondary metabolites for marine sponges*. Ullstein Mosby GmbH & Co., Berlin. 122p.

Shen, G.S., R.T. Layer y T. McCabe. 2000. Conopeptides: from deadly venoms to novel therapeutics. *Drug Discovery Today*, 5(3): 98-106.

Silverstein, J.T., W.R. Wolters, M. Shimizu y W.W. Dickhoff. 2000. Bovine growth hormone treatment of channel catfish: strain and temperature effects on growth, plasma IGF-I levels, feed. *Aquaculture,* 190: 77-88.

Spindler, K.D., L. Dinan y M. Londershausen. 1984. On the mode of the action of ecdysteroids in crustacean. En: J.A. Hoffman y M. Porchet (eds.). *Biosynthesis and mode of action of invertebrate hormones*. Springer-Verlag, Berlin. pp. 255-264.

Sudo, H., G., Burgress, H. Takemasa, N. Nakamura y T. Matsunaga, 1995. Sulfated exopolysaccharide production by the halophilic cyanobacterium *Aphanocapsa halophyta*. *Curr. Microbiol*., 30: 219–222.

Terao, J., A. Nagao, D. Park y P. Lim. 1992. Lipid hydroperoxide assay for antioxidant activity of carotenoids. *Methods on Enzyimology*, 213: 454-460.

Toranzo A.E., J.L. Barja y F.M Hetrick. 1982. Antiviral activity of antibiotic-producing marine bacteria. *Can. J. Microbiolgy*, 28(2): 231-8.

Toro, M.A.I. 1987. Mejora genética de organismos acuáticos II. Cruzamientos. *In*: J. Espinoza de los Monteros y J. Labarta (eds.). *Genética en acuicultura*, feuga, Madrid. pp. 157-173.

Toullec. J.V., M. Le Moullac, G. Cuzon y A. Van Worrnhoudt. 1991. lmmunoreactive human growth hormone like peptides in tropical penaeid an the effect of dietary hgh on *Penaeus vannamei* larval development. *Aquat Living Resour.,* 4: 125-132.

Tramper, J., C. Battershill, W. Brandenburg, G. Burgess, R. Hill, E. Luiten, W. Muller, R. Osinga, G. Rorrer, M. Tredici, P.C. Wright y R. Wijffels. 2003. What to do in marine biotechnology? *Biomolecular Engineering*, 20(4-6): 467-471.

Tsetlin, V.I. y F. Hucho 2004. Snake and snail toxins acting on nicotinic acetylcholine receptors:fundamental aspects and medical applications. *febs Lett.*, 557: 9-13.

Tsuchiya, M., G. Scita, H.L. Freisleben, V.E. Kagan y L. Packer. 1992. Antioxidant radical-scavenging activity of carotenoids and retinoids compared to α-tocopherol. *Methods Enzyimol.,* 213: 460-472.

Vaca, A.A. y J. Alfaro. 2000. Ovarian maturation and spawning in the white shrimp, *Penaeus vannamei*, by serotonin injection. *Aquaculture,* 182: 373-385.

Van de Velde, F., H.A. Peppelman, H.S. Rollema y R.H. Tromp. 2001. On the structure of kappa/iota-hybrid carrageenans. *Carbohydr Res.,* 331: 271-283.

Vonshak, A. 1993. Laboratory growth techniques and the biotechnology of biomass production. En: D.O. Hall, M.O. Scurlock, H.R. Bolhàr -Nordenkampf, R. C. Leegood, S.P. Long (eds*.). Photosynthesis and production in a changing environment*. Chapman & HMI, Londres. pp. 337-354.

Wu, G., Y. Sun y Z. Zhu. 2003. Growth hormone gene transfer in common carp. *Aquat. Living Resour*., 16: 416-420.

Yano, I. 1993. Ultraintensive culture and maturation in captivity of penaeid shrimp. En: J. P. McVery (ed.). *Crustacean culture*. Vol 1. Handbook of mariculture. crc Press, Boca Raton, Florida. pp. 389-311.

Yim, J.H., S.J. Kim, S.H. Ahn, C.K. Lee, K.T. Rhie y H.K. Lee. 2004. Antiviral effects of sulfated exopolysaccharide from the marine microalga *Gyrodinium impudicum* strain kg03. *Mar. Biotechnol*., 6: 17–25.

Zohar, Y. 1989. Fish reproduction: Its physiology and artificial manipulation. En: M. Shilo y S. Sarig (eds.). *Fish culture in warm water systems: problems and trends*. crc. Press. Boca Ratón, Florida. pp. 65-119.

Una opción para el tratamiento y aprovechamiento de los desperdicios de peces marinos

Manuel Patiño Barragán[*]
Alejandro O. Meyer Willerer

Resumen

Se procesaron vísceras y desperdicios de peces marinos de la costa de Colima; se obtuvo harina de espinas y hueso con una eficiencia de 8%; aceite, 5%; líquido de prensado, 70% y harina de desperdicios y vísceras 6%. El valor nutritivo de la harina de desperdicios y vísceras se probó alimentando pollos. Los resultados aportan datos contundentes en favor del aprovechamiento de los desperdicios. Esto evita la contaminación que actualmente producen en el agua y la tierra.

Palabras clave: Vísceras, desperdicios, peces, aprovechamiento, pollos, contaminación.

Introducción

En México aún existen una gran cantidad de subproductos y desperdicios que no se aprovechan y que producen contaminación. Algunos de ellos son sangre, desechos de pieles, intestinos, cerdas, vísceras, pelos, plumas, etc.; muchos contienen gran cantidad de elementos nutritivos, como proteínas, vitaminas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados, entre otros.

En un país como el nuestro, en donde la desnutrición es un grave problema de salud que afecta principalmente a 35 millones de niños y disminuye la capacidad productiva de los adultos (Cervantes, 2003), no se justifica perder los subproductos que provienen de los organismos marinos. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, tanto desde el punto de vista económico, como de los elementos que se obtienen de ella, útiles para el hombre, como harinas, aceites, productos farmacéuticos, abonos, colas y gelatinas.

Por otra parte, el procesamiento de subproductos y desperdicios de la pesca tiene grandes ventajas, como las siguientes:

- La recuperación permite obtener un beneficio económico que se pierde si simplemente se desecha.
- Se pueden procesar generalmente con equipo muy simple.
- Se generan fuentes de empleo.
- Se evita la proliferación de organismos vectores de enfermedades, como moscas, cucarachas, ratas, perros, gatos, insectos y gérmenes patógenos.
- Con su eliminación o aprovechamiento adecuados se evita la contaminación de otros productos.
- Se evita la contaminación del medio ambiente.
- No se producen malos olores.
- Se evitan ambientes desagradables.

Entre las actividades económicas del sector primario, la pesca ha destacado de manera importante. La producción mundial de pescado ha pasado de 19 millones de toneladas en 1950 a casi 130 millones de toneladas en el año 2000, de las cuales 36 millones proceden de la acuicultura (FAO, 2001). Las capturas incidentes y los desperdicios resultantes de la pesca se calculan aproximadamente en 20 millones de toneladas anuales.

Parte de los desperdicios de la pesca y la acuicultura son las vísceras, cabezas y colas de pescado que contienen una elevada cantidad de proteínas y nutrientes que pueden aprovecharse. En la actualidad en nuestro país prácticamente no se utilizan y constituyen fuentes de infección (Fig. 1). Es conveniente señalar que no existe una evaluación del efecto ecológico que implica la contaminación de vísceras y desperdicios de peces en agua y tierra.

[*] Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas CEUNIVO, Universidad de Colima, Apartado Postal 300 28861 Santiago Colima, México. Correos electrónicos: mpkile@cgic.ucol.mx, ameyer@cgic.ucol.mx

En el año 2003 la captura por pesca ascendió a 34 000 toneladas en el estado de Colima México (SEMARNAP, 2003). La empresa Pescado de Colima capturó 31 000 toneladas, de las cuales una parte la envió a España y el resto, músculo y desperdicios, lo procesó para enlatado y harinas. De las otras 3 000 toneladas, capturadas por los demás pescadores del estado, si se considera que la parte aprovechable es de un máximo de 65%, alrededor de 1 050 toneladas fue de desperdicios, que pudieron ser procesados para darles un valor agregado. De esta manera, con un abastecimiento de 87.5 toneladas mensuales de los desperdicios de la pesca, es posible instrumentar una pequeña industria en el estado de Colima con beneficios económicos y ecológicos.

Figura 1
Tiradero de desperdicios de peces en la laguna del Valle de las Garzas, en el Puerto de Manzanillo, Colima. Junio de 2003



En el presente trabajo se investigó el procesamiento de los desperdicios de peces con el propósito de obtener productos con un valor agregado. El valor nutritivo de uno de ellos (harina) se probó con pollos.

Métodos y materiales

Se utilizaron desperdicios de diferentes especies marinas comerciales capturadas en los litorales del estado de Colima, seleccionados de acuerdo con sus fracciones orgánicas. Los consistentes en cabezas y vísceras de pescado, cabezas de camarón y carapachos de jaiba, fueron obtenidos en los diferentes puestos de los mercados locales.

Los desperdicios se concentraron por especie, se lavaron con agua potable fría para eliminar los residuos de arena, escamas y suciedad (Fig. 2), se procesaron y se realizaron análisis bromatológicos. La ceniza, los lípidos, la proteína y la humedad se cuantificaron con las técnicas de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1984). La proteína se determinó con el factor de 6.25, que se basa en que aproximadamente 16% de una proteína (16/100) es nitrógeno (Kjeldahl, 1883).

Las vísceras y desperdicios seleccionados en función de los porcentajes de sus fracciones orgánicas, se clasificaron como bueno, aceptable o malo.

Para elaborar los subproductos, los desperdicios se colocaron en una olla de presión a 1.3 $kg \cdot cm^{-2}$ durante diez minutos. La parte sólida se separó con tamices, se prensó y se colocó en bastidores al sol, protegida de los insectos, hasta su deshidratación, mientras que la grasa y el líquido se aislaron por densidad. El producto ya seco se trituró con un molino manual para nixtamal marca AZTECA; posteriormente se separaron los restos de escamas, espinas y hueso, con cernidores caseros para obtener una harina homogénea. Estos tres elementos se molieron por separado para obtener otra harina.

Durante el proceso (Fig. 2), se obtuvo lo que comúnmente se conoce como líquido de prensadora al separar los desperdicios con tamiz y durante la fase de prensado. Se separaron, por diferencia de densidad, arenas y otros elementos sólidos que se precipitaron al fondo. Una vez que se enfrió el líquido, se decantaron las fracciones de grasas y aceite. Posteriormente el aceite se pasó a través de un filtro Whatman GF/C, y por diferencia de densidad se eliminó cuidadosamente el resto del agua; finalmente, se almacenó en recipientes estériles de vidrio oscuro y se mantuvo en refrigeración.

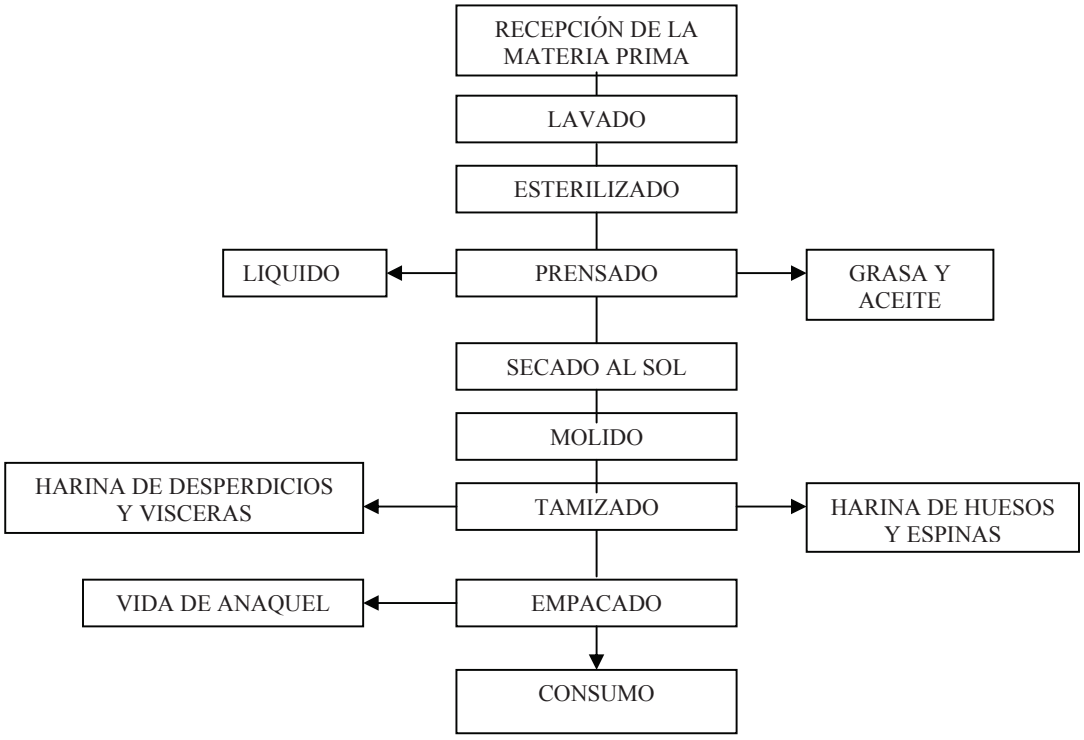
Los productos elaborados se almacenaron durante tres meses en bolsas de plástico con cierre hermético para evaluar los cambios durante la vida de anaquel.

Con la harina se alimentaron pollos para probar su valor nutritivo. Se elaboraron dos clases de alimento: "de iniciación", para satisfacer las necesidades nutricionales durante las primeras cinco semanas de vida; y "de finalización", para las pollos de las seis a las nueve semanas. En la elaboración del alimento, además de la harina, se emplearon otros ingredientes.

El *alimento de iniciación* se preparó con soya, masa de maíz, trigo, carapacho de jaiba, harina de alfalfa, sal marina, melaza, levadura de cerveza y corrector vitamínico mineral. Mientras que el *alimento de finalización* contenía los mismos ingredientes que el alimento de iniciación, pero en diferentes porcentajes.

Para elaborar el alimento se lavó la soya y se hirvió en olla de presión a 1.3 $kg \cdot cm^{-2}$ durante media hora. Los granos restantes se pasaron por el molino

Figura 2
Procesamiento de los desperdicios de pescado



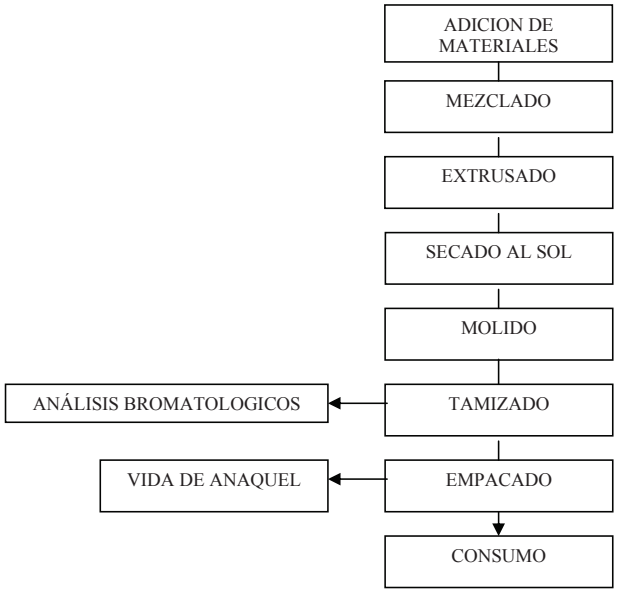
para nixtamal hasta obtener un polvo fino. La levadura de cerveza, la sal y las vitaminas y los minerales se maceraron por separado en mortero, mientras que la alfalfa se secó al sol y se pasó por el molino para nixtamal. Por último, se mezclaron los productos (Fig. 3). En un inicio, la mezcla se realizó en forma manual y posteriormente en el molino para nixtamal, donde al mismo tiempo se extrusó la pasta homogeneizada, para enseguida extenderla en bastidores que se colocaron al sol hasta quedar seca.

Esta etapa del proceso duró dos días, durante los cuales se aprovecharon las horas de mayor intensidad solar (aproximadamente 12 horas). Una vez seco el producto, se molió, tamizó y almacenó en bolsas selladas.

El alimento de iniciación contenía 20% de proteína y proporcionaba una energía aproximada de 3200 kcal·kg^{-1} (National Research Council, 1960). En este periodo se alimentó a los pollos diariamente con el equivalente a 12% de su peso, administrado en tres porciones. Se les dio agua limpia dos veces al día.

Desde las semanas de la sexta a la novena se administró el alimento de finalización con 18% de proteína y una energía aproximada de 3 020 kcal·kg^{-1} (National Research Council, 1960). En esta fase los pollos fueron alimentados con el objeto de lograr la conformación de un organismo de buena calidad y sin mucha grasa. En este periodo de crecimiento, la cantidad diaria suministrada de alimento fue el equivalente a 10% de su peso, en tres porciones. Se abasteció de agua limpia dos veces al día. El grupo

Figura 3
Fases de la elaboración del alimento para pollos



control se cultivó en las mismas condiciones utilizando producto comercial AS, alimento de iniciación, las primeras cinco semanas, y de finalización durante el siguiente periodo.

Los pollos utilizados para realizar el experimento se obtuvieron en uno de los centros de abasto abiertos al público. Fueron seleccionados en forma aleatoria con una edad de tres días. Durante las primeras dos semanas los pollos se mantuvieron, con calor artificial en cajas de cartón, a una temperatura de 33 ºC que fue reduciéndose hasta llegar a 29 ºC. Posteriormente se estabularon en grupos de diez bajo una superficie techada. Se utilizaron diez pollos para realizar el experimento, con tres réplicas. La limpieza se realizó dos veces por día.

Durante el periodo experimental los pollos se pesaron diariamente antes de alimentarlos. El factor de conversión de alimento se obtuvo al dividir el peso total del alimento suministrado, entre el incremento de peso de las aves. Se realizó un análisis visual *post mortem* del color, la apariencia y el olor de las vísceras; el color, la consistencia, la apariencia y el olor de los músculos; el contenido de grasa en la piel, el color, el olor y la apariencia. Se efectuaron análisis de humedad y lípidos en músculos y piel.

Con el fin de realizar los análisis organolépticos, los pollos se prepararon en las formas más comunes de la cocina mexicana. Para cada tipo de preparación se realizaron evaluaciones en sesiones conjuntas de un mínimo de 10 jueces consumidores (Pedrero y Pangborn, 1989), para determinar si tenían sabor a pescado o si había diferencias. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para observar el efecto del alimento sobre el peso final de las poblaciones de pollos.

Resultados

Las fracciones orgánicas de los desperdicios de la mayoría de las especies analizadas se consideraron aptas para obtener productos con valor agregado (Tabla 1).

Del procesamiento de los desperdicios de las especies de pesca (Fig. 2) se obtuvieron cuatro productos: aceite, harina de desperdicios y vísceras, líquido y harina de huesos y espinas. Exceptuando el líquido, ninguno de los productos presentó cambios durante el periodo de almacenamiento.

La fracción orgánica de la harina de huesos consistió en proteína, 10%; ceniza, 60%; humedad, 2 % y lípidos 2%. La composición química promedio de la harina de desperdicios y vísceras de pescado fue: proteína, 65%; lípidos, 5%; humedad, 9% y cenizas 8%. Los porcentajes de las harinas se presentan con base en el peso seco. El líquido tuvo una composición de 90% de agua, 3% de proteína, 2% de lípidos y 1% de cenizas. Este producto fue el más abundante y constituyó 70% del total. La harina de huesos y espinas tuvo un rendimiento de 8%. El aceite tuvo un promedio de eficiencia de 5%. Los desperdicios de pescado tuvieron una eficiencia promedio de 6% para obtener harinas; con cabezas de camarón, el rendimiento fue de 75 por ciento.

El valor nutritivo de la harina de vísceras de pescado se comprobó con pollos; el proceso de elaboración de los alimentos de iniciación y finalización fue sencillo. Los alimentos elaborados tuvieron porcentajes de proteína similares a los comerciales (Tabla 2), aunque el contenido de lípidos y cenizas fue mayor en los alimentos elaborados.

El *alimento de iniciación* se elaboró con 21% de proteína, de los cuales, 29.5% era de origen animal y 70.5% vegetal. El contenido de harina de desperdicios de pescado fue de 10 por ciento. El *alimento de finalización* estuvo compuesto por 19% de proteína: 56.2% de origen vegetal y 43.8% animal. El contenido de harina de desperdicios de pescado fue de 8 por ciento.

Vida de anaquel. Los productos se almacenaron en bolsas de plástico con cierre hermético durante tres meses. Sólo el alimento de finalización comercial presentó proliferación de gorgojos. Ninguno de los alimentos elaborados en esta investigación, mostró cambios durante el periodo de almacenamiento (Tabla 3).

Hasta la semana seis, el incremento en peso de ambas poblaciones fue similar (Fig. 4); en la semana nueve los pollos alimentados con producto comercial presentaron una ligera ventaja (150 g). Sin embargo, el análisis estadístico (ANOVA) no reveló diferencias significativas ($p = 0.4$) entre las poblaciones.

El factor de conversión fue de 2.60 para pollos alimentados con producto elaborado y de 2.26 para pollos alimentados con producto comercial. En el análisis visual *post mortem* la diferencia más importante fue el color amarillo de grasa, piel y músculo de los pollos alimentados con producto comercial (Tabla 4) y el color blanco de grasa, piel y músculo de los pollos alimentados con producto elaborado.

Los porcentajes de agua y lípidos en la piel de ambas poblaciones de pollos fueron similares (Tabla 5), asimismo el contenido de lípidos en músculo. El porcentaje de agua en músculo fue de 69.7% para pollos alimentados con producto elaborado y de 75.1% para pollos alimentados con producto comercial.

Los pollos se prepararon en diversos platillos: en consomé, asados, al horno, en mole, en adobo y rostizados, entre otros. Los resultados obtenidos en el análisis organoléptico de cada una de las formas fue-

Tabla 1
Criterios de aceptabilidad de los desperdicios de diferentes especies marinas para obtener productos en función de su fracción orgánica

Especie	*Criterios*	*Proteína*	*Lípidos*	*Ceniza*	*Humedad*	*Aceptado*	*Rechazado*
Sardina	Bueno	X		X	X		
Harengula thrissina	Aceptable		X			X	
	Malo						
Mojarra	Bueno	X			X		
Eucinostomus gracilis	Aceptable		X	X		X	
	Malo						
Lisa	Bueno	X			X		
Mugil curema	Aceptable						X
	Malo		X	X			
Sierra	Bueno	X	X	X	X		
Scomberomorus sierra	Aceptable					X	
	Malo						
Huachinango	Bueno	X	X	X	X		
Lutjanus peru	Aceptable					X	
	Malo						
Cabeza de tiburón	Bueno	X			X		
Alopias pelagicus	Aceptable		X				X
	Malo			X			
Vísceras de tiburón	Bueno	X	X		X		
Alopias pelagicus	Aceptable			X		X	
	Malo						
Jurel	Bueno	X		X	X		
Caranx caninus	Aceptable		X			X	
	Malo						
Mezcla de	Bueno	X			X		
desperdicios	Aceptable		X	X		X	
	Malo						
Cabezas de camarón	Bueno	X	X		X		
Litopenaeus vannamei	Aceptable			X		X	
	Malo						
Barrilete	Bueno	X		X	X		
Katsuwonus pelamis	Aceptable		X			X	
	Malo						

Tabla 2
Análisis bromatológico de los alimentos para pollo

	Alimento de iniciación elaborado (%)	*Alimento de finalización elaborado (%)*	*Alimento de iniciación comercial (%)*	*Alimento de finalización comercial (%)*
Proteína	21	18	19	19
Lípidos	12	13	4	7
Cenizas	9	10	5	5
Humedad	8	9	10	11
Diferencia	50	50	62	58

Tabla 3
Condiciones de temperatura ambiental y humedad relativa de almacenaje de los alimentos

Mes	*Humedad relativa (%)*			*Temperatura ambiental °C*		
	Promedio	*Máxima*	*Mínima*	*Promedio*	*Máxima*	*Mínima*
1	78	97	53	27.6	33.4	23.2
2	76	96	51	28.2	33.5	23.3
3	77	97	55	28.3	33.6	21.9

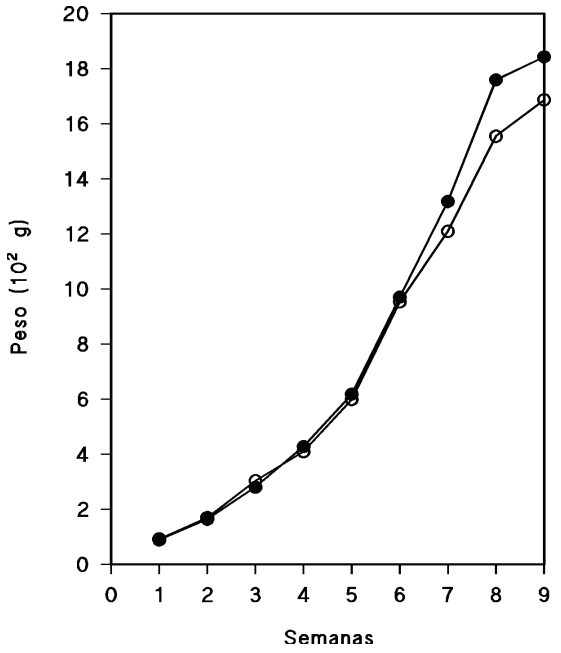
Tabla 4
Características *post mortem* de las poblaciones de pollos cultivados con producto comercial y elaborado

Producto elaborado	*Color*	*Olor*	*Apariencia*	*Consistencia*
Vísceras	Pequeña cantidad de grasa blanca	Penetrante, característico a vísceras	Normal	Normal
Piel	Blanca	Característico a pollo	Agradable	Blanda
Músculo	Blanco	Característico a pollo	Agradable	Normal
Producto comercial				
Vísceras	Abundante grasa amarilla	Característico a vísceras	Normal	Normal
Piel	Amarilla	Característico a pollo	Agradable	Blanda
Músculo	Ligeramente amarillo	Característico a pollo	Agradable	Blando

Tabla 5
Contenido promedio de humedad y lípidos en las poblaciones de pollos alimentados con producto elaborado y comercial

Producto	*Pieza*	*Humedad (%)*	*Lípidos (%)*
Elaborado	Piel	43.26	30.04
	Pechuga	69.74	0.65
Comercial	Piel	42.58	28.00
	Pechuga	75.12	0.58

Figura 4
Incremento en peso de las poblaciones de pollos cultivados con alimento comercial (○) y alimento elaborado con harina de desperdicios de pescado (●)



para animales o para el hombre. Sin embargo, estos desperdicios convenientemente procesados son perfectamente aceptables para consumir. Debe tomarse en cuenta que las vísceras de cerdo, res y cabra se consumen como alimento, sólo por mencionar algunas.

En la problemática del tratamiento de los desperdicios intervienen factores sociales y culturales. Por ejemplo; en muchas ocasiones el consumidor adquiere el pescado entero y no en filetes, lo cual ocasiona la dispersión de los desechos, sin posibilidad de reunirlos para destinarlos a la industria de los subproductos. Nada de esto ocurriría si en los lugares de origen se elaboraran los filetes y se apartaran los desechos para su procesamiento. Otra posibilidad es instrumentar un mecanismo que permitiera colectar los desperdicios, de manera que cada persona que tuviese contacto con ellos adquiriera el compromiso de entregarlos.

En el estado de Colima, sin considerar la captura por la empresa Pescado de Colima, en el año 2003 se desecharon 87.5 toneladas mensuales de desperdicios; según los resultados obtenidos, hubiera sido posible producir 5.3 toneladas de harina de vísceras de pescado, 4.4 de aceite, 61.3 de líquido de prensado y siete de harina de huesos, esto es un total de 78 toneladas mensuales de subproductos que justifican y hacen necesaria la estructuración de una pequeña industria con beneficios económicos, pero, sobre todo, ecológicos porque de esa manera se contribuiría a evitar la contaminación que generan al tirar los restos de pescado en la tierra o en el agua.

La pesca artesanal del país en el año 2003 fue de 856 501 toneladas (SAGARPA, 2003); si se establecieran centros estratégicos de acopio de los desperdicios de la pesca en algunos puertos del país, se tendría

ron similares. No se detectó olor o sabor a pescado en pollos alimentados con producto elaborado. El sabor y el olor tanto en éstos, como en los alimentados con producto comercial, fueron característicos del pollo.

Debido al color amarillo, la apariencia en los pollos asados, al horno y rostizados resultó atractiva en los pollos testigo y simplemente agradable en los pollos experimentales.

Discusión

Las especies marinas se seleccionaron considerando la preferencia de consumo del público y su abundancia en los litorales del estado de Colima. Prácticamente todos los desperdicios de las especies analizadas se consideraron adecuados para obtener productos. En función de los análisis bromatológicos se rechazaron los desperdicios de lisa por el alto rendimiento de cenizas, producto del elevado contenido de pedazos de conchas en su tracto digestivo y, además, por la gran cantidad de grasa, propia de la especie. También se rechazaron los de cabeza de tiburón que, de igual forma, generan gran cantidad de cenizas. Otra razón par descartar estos dos elementos fue que la consideración de que podían dificultar el procesamiento del resto de los desperdicios o disminuir la calidad de los productos obtenidos. Se sugiere procesar los dos desperdicios por separado, pues también de ellos se pueden obtener productos útiles.

Los métodos para obtener harina y aceite de pescado generalmente tienen en común el uso de calor, que coagula las proteínas, rompe las cadenas de ácidos grasos y separa el agua. Posteriormente, en la fase de prensado se elimina el mayor porcentaje de líquidos de la masa (Ortega, 2003). Los aceites no cambiaron su olor ni su apariencia, a pesar de que estos productos se oxidan y se vuelven rancios fácilmente durante su almacenamiento. Esta oxidación se acelera por el calor, la luz y la presencia de catalizadores, pero puede ser contrarrestada administrando antioxidantes o almacenándolos en lugares oscuros.

Si se optara por establecer una empresa, sería aconsejable evaluar la posibilidad de utilizar la centrifugación para separar los lípidos. Aunque es un proceso caro, debería ser rentable. Por otra parte, es importante que las vísceras sean lo más frescas posible, ya que el pescado con cierto grado de descomposición produce un aceite de mal olor y con un contenido de azufre muy elevado (Ortega, 2003).

La composición química de los aceites de pescado varía en función de la especie, ya que está muy relacionada con el tipo de alimentación de los peces y la época del año de las capturas. Los aceites de pescado tienen importantes propiedades nutritivas, entre ellas su gran valor energético. Se consideran elementos indispensables en el régimen de alimentación humana y de animales; además contienen vitaminas solubles A, D y E que son apreciadas (Deutch *et al.*, 2000). Por otra parte, los aceites de pescado tienen numerosas aplicaciones. Se utilizan principalmente en la industria de la margarina, grasas para repostería y aceites comestibles; así como para elaborar barnices y aceites secantes, de los que se extraen ácidos grasos que se emplean en la elaboración de diferentes productos (Iso *et al.*, 2001). El valor comercial del aceite depende de su composición química, por lo que habitualmente se establece un valor básico de venta para un aceite que contenga de dos a 3% ácidos grasos libres y escaso contenido de agua e impurezas; influyen también el color y el olor (Ortega, 2003).

Es importante instrumentar un proceso sencillo para refinar los aceites generados de los desperdicios marinos. Los productos pueden tener aplicaciones importantes. El líquido de prensado que se obtiene de separar los aceites, y que contiene proteínas, vitaminas y minerales solubles con muy pocos lípidos, puede tener gran cantidad de aplicaciones, sobre todo en alimentación animal.

Las harinas de huesos se utilizan como fuente de fósforo, de calcio y como microelementos para elaborar diferentes productos; se pueden mezclar con suplementos concentrados o usar en la alimentación de animales. La harina de vísceras y desperdicios de pescado también puede utilizarse en la fabricación de alimentos para animales.

El ensilado de vísceras de peces en la alimentación de cerdos ha producido un rendimiento en canal de 80% con un espesor de grasa dorsal menor de dos centímetros (Bermúdez *et al.*, 1999). El ensilado consiste en estabilizar desechos de pescado, de pescados enteros de bajo valor comercial, o de ambos, mediante la adición de ácidos orgánicos, inorgánicos, sal, mezclas de ellos o fermentación bacteriana por medio de una fuente de carbohidratos (Windsor y Barlow 1982).

Teóricamente la harina de vísceras y desperdicios de pescado también puede ser utilizada para el consumo humano con el propósito de complementar alimentos, ya que tiene una cantidad elevada de proteína y un contenido muy bien equilibrado de aminoácidos esenciales (Lovern y Godden, 1950). Son necesarios tres kilos de harina de pescado, cuando se administra a las aves de corral o a cerdos, para obtener un kilo de carne de estos animales (Barnabé, 1991).

Es común que las personas reaccionen con repugnancia al saber que se utilizan tripas y desperdicios de pescado en la elaboración de un alimento, ya sea

la posibilidad de incrementar en un factor de 10^4 la producción mensual de los diferentes productos; por ejemplo, de harina de vísceras de pescado se podrían elaborar aproximadamente 53 000 toneladas anuales. Aun cuando la producción industrial de harina de pescado en gran escala exige mano de obra especializada e instalaciones costosas, puede lograrse con instalaciones simples y costos reducidos.

En el transcurso del experimento se determinaron algunas diferencias en los animales. A los seis días de cultivo se observó que las patas de los pollos alimentados con el producto elaborado tenían un color rosado, mientras que las de los pollos testigo mostraban un color amarillo. Esta diferencia se debe al pigmento que contiene el alimento comercial, que se deposita en la piel del ave y no es sintetizado por el animal; el colorante esta constituido principalmente por xantófilas u oxicarotenoides (Tirado, 1991).

El contenido de humedad y lípidos en la piel de ambas poblaciones fue similar, así como el contenido de lípidos en la pechuga. Por otra parte, la pechuga de pollos testigo presentó 4.68% más de agua que los pollos experimentales. En el análisis organoléptico la única diferencia encontrada fue el color, que resultó ligeramente más agradable para los pollos experimentales; el sabor y olor de ambas poblaciones fue característico del pollo. Por otro lado, ambas poblaciones tuvieron un aumento de peso superior a 1 629 g en las nueve semanas, lo que se considera rentable (FAO, 1984).

Una ventaja del alimento preparado es que no se utilizaron antibióticos como se hace con el comercial. Se sabe que la adición de antibióticos en pequeñas cantidades en los alimentos para pollos estimula su crecimiento y previene la coccidiosis (Krinke y Jamroz, 1996). Sin embargo, hay motivos para oponerse a su uso constante ya que propicia la adaptación de bacterias que se hacen resistentes a estos medicamentos, lo que obliga a emplear dosis más elevadas cuando se presenta una enfermedad. También se afirma que la presencia de antibióticos en la carne de animales consumidos por el hombre, reduce la posibilidad de que esos fármacos sean eficaces cuando el hombre es atacado por microorganismos que han adquirido fuerte resistencia a su acción, o se hace necesario utilizar dosis cada vez más elevadas de los mismos.

Los derivados de los productos pesqueros pueden ser de gran importancia en el desarrollo de la humanidad, ya que algunos sirven para resolver problemas nutricionales; otros para la obtención de alimentos, o como complemento en la agricultura y la ganadería; son asimismo fuente del desarrollo de otras industrias ya que para su elaboración se generan nuevos empleos. Todas estas razones deberían ser contundentes para promover el aprovechamiento máximo de los organismos marinos y evitar que se desperdicie gran parte de ellos.

Conclusiones

1. Los desperdicios de las especies marinas más comunes de los litorales del estado de Colima pueden procesarse para obtener productos con elevado valor comercial en el mercado y evitar así la contaminación que actualmente causan en el agua y la tierra.
2. Del procesamiento de los desperdicios de pescado se obtuvieron cuatro productos: aceite, harina de vísceras y desperdicios, líquido y harina de huesos y espinas
3. El valor nutritivo de la harina de vísceras y desperdicios de pescado se comprobó en pollos, de lo que se concluye que este elemento puede emplearse en la elaboración de alimentos para animales.
4. Debido al elevado porcentaje de proteína con un equilibrio adecuado en aminoácidos esenciales, existe la opción de utilizar la harina de vísceras y desperdicios de pescado para complementar alimentos para consumo humano.
5. Considerando el volumen de captura de especies marinas en el estado de Colima, el suministro de la materia prima permitiría abastecer una industria.

Referencias Bibliográficas

AOAC. 1984. *Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. 1 141p.

Barnabé, G. 1991. *Acuicultura*, Vol. I y II. Omega, Barcelona. 480p.

Bermúdez, J.E., J.H. Rodríguez, A. Ocampo y L. Peña. 1999. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis – Elaeis oleifera*). *Livestock Research for Rural Development,* 11(2): 97-99.

Cervantes, E. 2003. Aún es grave la desnutrición en México. *http://www.terra.com.mx/salud/articulo/065197/*

Deutch, B., E.B. Jorgensen y J.C. Hansen. 2000. Menstrual discomfort in Danish women reduced by dietary supplements of omega-3 PUFA and B_{12} (fish oil or seal oil capsules). *Nutr. Res*., 20: 621-631.

FAO. 1984. *Aves de corral. Manuales para educación agropecuaria*. Área: Producción vegetal. SEP/Trillas, México. 87p.

FAO. 2001. *Conferencia en Reykiavik sobre pesca responsable en el ecosistema marino*. Comunicado de prensa 01/58.

Iso, H., K.M. Rexrode y M.J. Stampfer. 2001. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women. *JAMA*, 285: 304-312.

KJELDAHL, J. 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic matter. Z. *Anal. Chem*., 22: 366.

KRINKE, A.L. y D. Jamroz. 1996. Effects of feed antibiotic ovoporcine on organ morphology in broiler chicken. *Poultry Sci.*, 75: 705-710.

LOVERN, J.A. y W. Godden. 1950. Fish meal, fishmeal, tunafish meal, whitefish meal, anchovy meal, herring meal, menhaden meal, salmon meal. *J. Sci. Fd Agric*., 1: 314.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1960. *Nutrient requirement of domestic animals. Nutrients requirements of poultry*. National Academies Press, EU. 827p.

ORTEGA, V. 2003. Harina de pescado. *http://www.clubdelamar.org/%2F*

PEDRERO, D. y R. Pangborn. 1989. *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos.* Alambra. Madrid. 251p.

SAGARPA, 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.

SEMARNAP. 2003. *Informe de Labores 2002-2003*. SEMARNAP. Colima. 167p.

TIRADO, F.J. 1991. Pigmentos y pigmentación. *Memorias del X ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura*. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Guadalajara, Jalisco. pp. 181-197.

WINDSOR, M. y S. Barlow. 1982. *Introduction to fishery by products*. Fishing News Book, EU. 100p.

Cultivo de ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, en la costa media del Pacífico Mexicano

Manuel García-Ulloa Gómez[*]
María del Carmen Gallo García[*]
Óscar Armando González Ochoa[*]
Ramsés Alonso Chávez Zazueta[*]

Resumen

En el presente documento se muestran resultados del cultivo del ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, de organismos sembrados en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, en diferentes lugares y años, utilizando el sistema de canastas en suspensión sujetas a una línea madre. Los mejores resultados promedio de crecimiento y sobrevivencia (42.25 ± 10.09 g y 75%, respectivamente) fueron obtenidos cuando los ostiones se cultivaron en el sitio más alejado de la influencia marina. El análisis financiero mostró una ganancia neta por ciclo de $83 437.50, y recuperación de la inversión inicial en cuatro años. Se discuten aspectos técnicos y de manejo comparando los resultados de las tres experiencias de cultivo. Los resultados muestran la posibilidad de cultivar este molusco comercialmente en dicha laguna; sin embargo, el crecimiento de otras industrias podría limitar su desarrollo.

Palabras clave: Cultivo de ostión, *Crassostrea gigas*, costa media del Pacífico mexicano.

Introducción

La palabra *acuacultura* ha sido incorporada al sector productivo de alimentos por el rápido desarrollo que ésta ha tenido en las últimas tres décadas y se refiere a toda forma de crianza de animales o plantas acuáticas en medios dulces, salobres o marinos. El cultivo de organismos acuáticos con propósitos comerciales en densidades intensivas es relativamente nuevo en relación con los cultivos extensivos que se practican desde tiempos remotos en muchos países (Pillay, 1990), mostrando un importante desarrollo a partir de las últimas décadas del siglo XX. Según la FAO (Food and Agricultural Organization), la acuacultura representa uno de los sectores de producción alimenticia que ha crecido en menor tiempo comparado con la pesca, la agricultura y la ganadería, con lo que ha proporcionado a la población humana una alternativa alimenticia como suplemento o substituto de las plantas y animales por captura (Aquaculture Magazine, 2002).

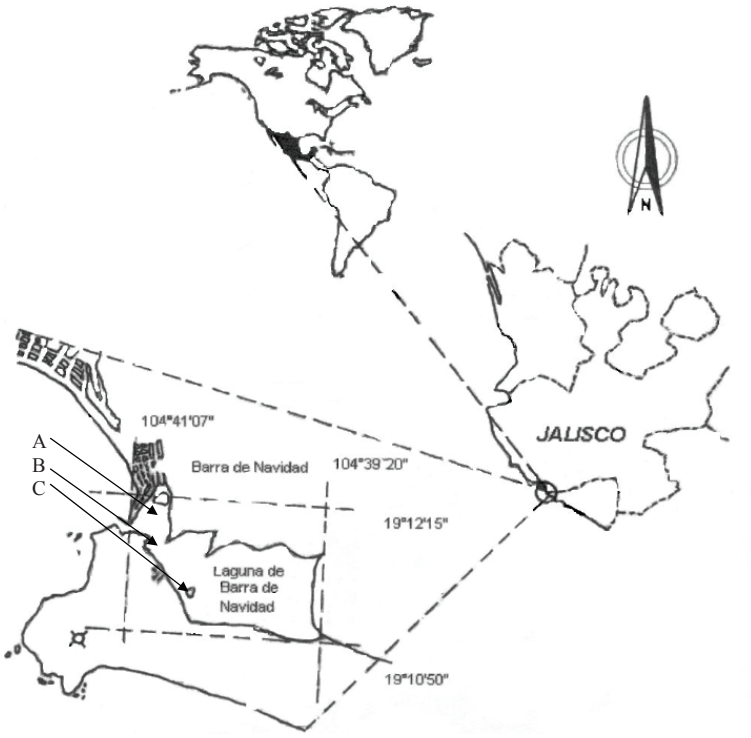
A pesar de la depresión económica mundial, la industria acuícola no ha disminuido. La producción de peces, crustáceos y moluscos alcanzó los 126.2 millones de toneladas métricas en 1999, con un incremento de 7.2% por arriba del valor presentado en 1998. La pesca de captura produjo 74% del total, y representó un volumen de 92.9 millones de toneladas métricas, mientras que la producción por acuacultura se incrementó de 30.8 a 33.3 millones de toneladas métricas. El valor total de la producción creció 7% hasta un estimado de 125 billones de dólares (Aquaculture Magazine, 2002), y se predice que la producción por acuacultura alcanzará 40 millones de toneladas métricas para el año 2010, sin considerar la aportación de macroalgas. En la actualidad cerca de 36 millones de personas en el mundo están empleados en las pesquerías y la industria acuícola.

Con relación a los invertebrados, los moluscos constituyen uno de los grupos de mayor importancia para la economía de diferentes países (Lauckner, 1983). La producción de ostión del Pacífico (*Crassostrea gigas*) y mejillón (*Mytilus edulis*) cultivados en el mundo en el año 2000 fue de 3 944 042 y 1 626 123 toneladas métricas, respectivamente (Aquaculture Magazine, 2002). El ostión del Pacífico sigue apareciendo en las listas de producción como la especie de molusco que aporta más toneladas cosechadas anualmente, de ahí su importancia.

En México la cosecha de *C. gigas* registró un volumen de 1 575 toneladas métricas en 1999, cantidad

* Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Miguel López de Legaspi 235, Barra de Navidad, Jalisco, CP. 48987, México. Correo electrónico: turbotuag@hotmail.com

Figura 1
Localización geográfica de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco y de los sitios de cultivo: A, B y C.



que hasta el presente año no ha aumentado significativamente, y su producción proviene en gran medida de Sinaloa y Sonora (Aquaculture Magazine, 2002). El cultivo ostrícola en México no ha crecido adecuadamente, sen comparación con otros productos acuícolas debido a varias causas, entre las que destaca la carencia de sitios de cultivo apropiados para su desarrollo, situación que puede percibirse no sólo en nuestro país sino en todo el mundo. En general, las lagunas costeras y los estuarios ubicados en latitudes desde templadas a frías son seleccionados por su alta productividad natural, como los lugares propicios para el crecimiento de los moluscos. Sin embargo, son también sitios donde se desarrollan otras actividades, como turismo o la construcción de asentamiento urbanos que compiten por espacios y contribuyen en gran medida, al deterioro del lugar (Mathiessen, 2001). Su cultivo en latitudes cercanas al ecuador es prometedor pero requiere la evaluación de estos sitios para asegurar su desarrollo. Cáceres-Martínez (2000) menciona que en México existe la necesidad de incrementar el número de estados que practiquen el cultivo del ostión en la escala comercial. Existen reportes del cultivo de ostión en Jalisco, en la laguna de Barra de Navidad (Vázquez, 1995; García-Ulloa, 1997; García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al*., 2001a). El objetivo del presente trabajo es proporcionar información sobre el cultivo de *C. gigas*, con base en experiencias previas realizadas por el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara, para analizar su posible introducción y su explotación. Al mismo tiempo, se proporciona un estudio financiero simple en una hoja de egresos e ingresos (Jolly y Clonts, 1993), del sitio de cultivo que mostró los mejores resultados de producción (crecimiento y sobrevivencia), para evaluar la ganancia neta por ciclo y el tiempo de recuperación de la inversión inicial.

Métodos y materiales

Localización de la Laguna de Barra de Navidad

La laguna de Barra de Navidad se localiza entre los meridianos 104° 39”10’ y 104°41”07’ O, y los paralelos 19°12”50’ y 19°12”15’ N (Fig. 1). Según Phleger (1969), la geomorfología de la laguna de Barra de Navidad es característica de una laguna costera típica. Su forma es rectangular, con una superficie aproximada de 360 hectáreas, con 3.5 km de largo y 1.5 km de ancho (Escobar y López, 1981). Su clima está clasificado dentro de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano (García, 1981), y una temperatura anual en el agua de 29 °C en promedio. De acuerdo con Sandoval

(1985), los sustratos presentes en la laguna son predominantemente blandos a duros, distribuyéndose de mayor a menor tamaño de grano, desde la porción posterior de la laguna, a la boca que comunica con el mar, respectivamente. Debido a las últimas labores de dragado, la distribución de sedimentos o sustratos en el fondo de la laguna ha sido alterada con el consecuente aumento de la zona de partículas duras.

Ubicación espacio-temporal de los sitios de cultivo en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco

La localización de los sitios de cultivo dentro de la laguna se realizó con un dispositivo GPS (MAGELLAN, mod. 330, EU). Se seleccionaron tres lugares con condiciones de fondo, profundidad y corriente diferentes (Sandoval, 1985). El sitio A, evaluado en 2002, el sitio B en 2000, y el C en 1998. Los tres ensayos tuvieron una duración de cinco meses; iniciaron en diciembre-enero, y finalizaron en mayo, cuando la temperatura del agua aumenta y limita el crecimiento de los ostiones (García-Ulloa, 1997).

Las rutinas de limpieza y desdobles se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de Ciencias Marinas (LCM) de la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG). En cada ensayo se utilizaron 30 mil semillas de ostión de una talla promedio de cuatro milímetros de longitud total y un peso húmedo promedio de 10 mg; adquiridas en el centro ostrícola de Bahía Kino, Sonora. Una vez aclimatadas en el LCM (García-Ulloa *et al*., 1998), se tomaron muestras aleatorias para determinar su peso y su longitud promedio. La muestra fue fijada en alcohol a 70% como referencia inicial. Después los organismos fueron distribuidos al azar en grupos de 500, los cuales se colocaron en sobres de tela de mosquitero de 25x25 cm, con un tamaño de malla de 2 mm. Estos sobres fueron introducidos a razón de cuatro en canastas ostrícolas de plástico (50x50x10 cm), formando cinco módulos de tres canastas cada uno, para ser sembrados en la laguna. Para el sitio C, los módulos fueron atados a una línea madre para que se mantuvieran en suspensión, mientras que en los lugares A y B, las canastas fueron atadas a raíces de mangle y estructuras flotantes, respectivamente, pero de manera tal que los módulos no tocaran el fondo de la laguna. Los organismos permanecieron en las canastas alimentándose de la producción primaria natural y en las condiciones ambientales de la laguna.

Manejo del cultivo aplicado a los tres ensayos

Cada semana los módulos fueron transportados al LCM para realizar labores de limpieza y mantenimiento. Los módulos fueron desarmados, y las canastas, sobres y ostiones, lavados con agua dulce a presión. Se revisó el estado físico de los animales para detectar la posible presencia de enfermedades y epibiontes. También se limpiaron las canastas ostrícolas, retirando de ellas cualquier organismo incrustante con una espátula o cepillo.

Se realizaron desdobles de la densidad de organismos dependiendo del crecimiento de los ostiones en cada lugar de cultivo, se formaron nuevos módulos con los ostiones desdoblados; esta rutina de manejo se repitió cuantas veces fue necesario (Palacios y García, 1988).

Determinación del crecimiento y sobrevivencia

Para los tres ensayos, cada módulo fue considerado un grupo, y los animales muestreados fueron las réplicas. Las biometrías se realizaron cada semana, seleccionando de cada saco 15 ostiones al azar (N = 180 por grupo) durante las primeras cinco semanas, y 50 ostiones de cada canasta (N = 150) hasta el final del experimento. La longitud total por individuo se midió con una regla vernier para los más pequeños, o una regla convencional para los más grandes, tomando como puntos de referencia el extremo del umbo y la parte más distal de la concha formando una línea recta (Korringa, 1976); el peso húmedo individual de los organismos fue registrado mediante una balanza analítica marca Sartorius modelo PT600, y una báscula electrónica marca OHAUS (modelo Scout SC610), previo secado del animal con papel absorbente.

El crecimiento diario (CD) se calculó con la fórmula descrita por Coutteau *et al*. (1994):

$$\text{Ec. 1} \qquad CD = \sqrt[(n-1)]{\left(\frac{peso\ \ final}{peso\ \ inicial} - 1\right)\cdot 100}$$

Donde: n = días de cultivo.

La sobrevivencia fue determinada sobre la base del conteo de organismos vivos en cada canasta al final de los ensayos. Cada semana se colectaron los epibiontes para evaluar su presencia, comparando los organismos encontrados entre los tres ensayos (García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al*., 2001a y b).

Medición de las variables fisicoquímicas del agua

Se realizaron mediciones semanales de las condiciones físicas y químicas de los sitios de cultivo, midiendo la temperatura con un termómetro (Propper Mfg, EU, escala –30 a 50 °C); la salinidad mediante un refractómetro marca ATAGO (escala 0-100 g/l); el oxígeno se

registró mediante un oxímetro marca HANNA modelo H1-142; el pH se midió con un potenciómetro CORNING 220, con electrodo HANNA HI1230; y la profundidad con una regla de madera con escala métrica. También se registraron los nitritos por colorimetría mediante el método modificado de Griess que utiliza ácido sulfanílico y α-naftilamina con un equipo Micro quant 1.14774 de MERCK (Romero, 1999). Los nitratos se midieron por fotometría mediante la adaptación del método de reducción de Cadmio (Mét. 4 500-NO3); los fosfatos se obtuvieron por la adaptación del método de reducción del ácido ascórbico (Mét. 4 500-P-F), y para estos dos últimos se tomó la lectura en el fotómetro de ión específico (HANNA 200) (Franson *et al*. 1992). La turbidez se midió por modificación del método nefelométrico (Mét. 2130-B) realizada con un turbidímetro microprocesador (HANNA HI-93703) (Franson *et al*., 1992). Todos los análisis se realizaron el Laboratorio de Análisis de Agua de la empresa Turbana, localizado en el poblado de Colimilla, Colima. Los muestreos de las variables físicas y químicas fueron realizados cada siete días, después de las labores de limpieza de los animales y equipo.

Análisis estadístico

Para cada ensayo se realizaron muestreos de peso y longitud en los ostiones cada semana y se consideró cada canasta como una repetición. Cuando los datos no mostraron una distribución normal, se evaluaron con la prueba Kruskal-Wallis y el análisis de Dunn para detectar las diferencias entre las medias de cada réplica, en un nivel de significancia de 95% (Sokal y Rohlf, 1969). En el caso de datos normales, se realizó un análisis de varianza simple para identificar posibles diferencias ($p<0.05$) en el crecimiento (longitud total y peso húmedo) de *C. gigas*. En caso de encontrar diferencias, las medias fueron evaluadas con una prueba de rangos múltiples de Tukey (Reyes, 1982). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Jandel SigmaStat 2.0 (Jandel, EU).

Los resultados promedio de crecimiento, sobrevivencia, parámetros físicos y químicos, y registro de epibiontes, fueron comparados entre sí (García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al*., 2001a y b).

Como una herramienta más en la evaluación de una probable actividad comercial de explotación en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, se elaboró una hoja de balance financiero (Jolly y Clonts, 1993) del cultivo de ostión en el área que presentó las mejores condiciones de desarrollo.

Resultados

Variables físicas y químicas

La *tabla 1* muestra los valores obtenidos para las variables muestreadas en cada sitio de cultivo. La temperatura, salinidad y pH, fueron similares entre los ensayos, en los lugares donde se localizaron las unidades experimentales. La turbidez en el sitio C (14.3 FTU) fue superior a la encontrada en los otros lugares, mientras que la cantidad de nitratos del sitio A (70 μg l^{-1}) representó el valor promedio más alto.

Indicadores del crecimiento

Los mayores valores de longitud y peso final promedio de los ostiones (9.03 cm y 42.25 g, respectivamente) fueron obtenidos en el sitio C, mientras que la menor longitud y el peso promedio (1.35 cm y 0.47 g, respectivamente) fueron observados en los animales cultivados en el sitio A (Tabla 2). La sobrevivencia

Tabla 1
Valores promedio y desviación estándar de las variables físicas y químicas del agua en los sitios de cultivo localizados en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco

	Sitio de cultivo		
Variable	A	B	C
Temperatura (ºC)	27.5±0.5	25±2.3	25.5±1.3
Salinidad	32.8±2.7	34±0.8	27.1±2.3
Oxígeno (mg·l^{-1})	6.78±1.64	5.1±0.4	6.28±1.5
Turbidez (FTU*)	1.3	2.9	14.3
pH	8.1±0.2	8.1±0.1	7.47±1.2
Fosfatos (mg·l^{-1})	5.31±4.35	2.9±1.9	1.01±0.5
Nitratos (μg l^{-1})	70.0±15.12	n.d.	3.41±0.9
Nitritos (mg·l^{-1})	0.16±0.12	n.d.	n.d.
Nitrógeno total (mg·l^{-1})	n.d.	11±4.9	n.d.

*FTU: Unidades Nefelométricas
n.d. = No determinado.

Tabla 2
Valores promedio y desviación estándar de los indicadores de crecimiento (longitud total, peso húmedo, crecimiento diario y sobrevivencia) del ostión C. gigas en los sitios de cultivo localizados en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco

	Sitio de cultivo		
Indicadores del crecimiento	A	B	C
Longitud (cm)	1.35 ± 0.32	6.13 ± 0.78	9.03 ± 2.31
Peso (g)	0.47 ± 0.16	38.74 ± 10.81	42.25± 10.09
CD (%)	2.44	6.05	7.24
Sobrevivencia (%)	27	48	75

Tabla 3
Análisis financiero de la producción del ostión de cultivo, *C. gigas*, en el sitio C de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco

Costo inicial	*Costo/unidad (en pesos)*	*Unidades*	*Costo total (en pesos)*
Postes	363.63	110	39 999.30
Soga 1" (m)	9.09	1200	10 908.00
Cuerda 3/8" (m)	1.28	1050	1 344.00
Canastas ostrícolas	140.00	2100	294 000.00
Subtotal			346 251.30
Manejo de granja	*Costo*	*Unidades (ciclo)*	*Costo /ciclo*
Semilla ($/1000)	30.00	500	15 000.00
Mano de obra ($/ciclo)	15,000.00	2	30 000.00
Honorarios legales ($/ciclo)	30,000.00	1	30 000.00
Subtotal			75 0000.00
Total			421 251.30
Información del cultivo			
Densidad de siembra (semilla)	500000		
Sobrevivencia (%)	75		
Meses de cultivo	6		
Tamaño de siembra (g)	0.01		
Tamaño de cosecha (g)	42.25		
Precio por kg (libre bordo)	$10.00		
Producción por ciclo			
Kg/estación/35 módulos	1584.375		
Kg/ciclo	1584.75		
Ganancia bruta	$158 437.50		
	$75 000	(Manejo de granja)	
Ganancia neta por ciclo	$83 437.50		
Recuperación de la inversión (años)	4.1		

Nota: Para este análisis financiero el dólar se cotizó en 10.00 pesos.

fluctuó desde 27% para el sitio A, hasta 75% en el caso de los animales cultivados en el sitio C.

Los principales grupos de organismos epibiontes encontrados en los tres sitios de cultivo consistieron en crustáceos (jaibas y miscidáceos), cnidiarios (pólipos), esponjas, moluscos (caracoles, mejillones y callo de hacha) y pequeños gusanos (poliquetos). La mayor incidencia de epibiontes se presentó en el sitio C.

Hoja de balance financiero para el sitio c de cultivo

De acuerdo con los resultados obtenidos en diferentes tiempos y en distintos lugares de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, el sitio C mostró las mejores condiciones lo que se reflejó en el mejor crecimiento y sobrevivencia de *C. gigas*. El análisis financiero para evaluar la posibilidad de promover la ostricultura en la escala comercial en dicho cuerpo de agua se realizó con los datos de ese lugar (Tabla 3). Debido al crecimiento de otras industrias como el turismo y al espacio ahí disponible, se consideró para el estudio económico una área potencial de 0.5 hectáreas para el cultivo de ostión en el área C de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco.

Discusión

La zona de cultivo correspondiente al punto C mostró valores altos de turbidez, lo que sugiere mayor concentración de nutrientes y partículas alimenticias para el ostión, lo cual concuerda con lo reportado por Powell *et al*. (1995) para *C. virginica*. Lo anterior pudo contribuir a lograr mayor crecimiento y sobrevivencia de *C. gigas* en ese sitio.

Las variables físicas y químicas básicas (como son la temperatura y la salinidad) en los tres sitios de cultivo en diferentes años, presentaron valores apropiados para el cultivo de *C. gigas*, con salinidades de 25 a 37 g/l y temperaturas de 20 a 25 °C (Mazón, 1996), aunque en el caso de la temperatura, el promedio mensual en los tres ensayos estuvo muy cerca del límite óptimo superior de 25 °C. En aguas cálidas el crecimiento de este molusco es más rápido porque la temperatura aumenta su metabolismo (Quayle y Newkirk, 1989); sin embargo, la muerte de este bivalvo se produce a una temperatura mayor a 30 °C (Mazón, 1996). La variación en las variables mencionadas puede afectar el crecimiento y la sobrevivencia del ostión; los cambios en la temperatura están estrechamente relacionados con la concentración de alimento, lo cual repercute en su crecimiento (Blake, 1996), y las variaciones repentinas en la salinidad reducen su tolerancia a los cambios de otras variables, como la temperatura misma (Brown y Hartwick, 1988).

En los tres ensayos, estos dos factores se mantuvieron en un intervalo aceptable para el crecimiento. Sin embargo, las concentraciones de compuestos de nitrógeno y fósforo mostraron variaciones que pudieron influir en el crecimiento y la sobrevivencia.

Los valores encontrados en el lugar A indican menor aporte de nutrientes debido al movimiento del agua por las corrientes de marea. La mayor concentración de oxígeno disuelto en promedio fue registrada para esta zona, lo cual indica influencia marina.

En los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, el cultivo de esta especie ha sido obstaculizado por las altas temperaturas después de la primavera y por el exceso de agua dulce en los sistemas estuarinos durante la época de lluvias (Robles y Salinas, 1993). Por esta razón, los ensayos fueron realizados durante el cambio estacional de invierno-primavera en cada año, para aprovechar las mejores condiciones de crecimiento para el ostión. Para la zona de estudio, la temperatura del agua en verano supera los 30 ºC, y la temporada de huracanes, que generalmente abarca de julio a noviembre, trae como consecuencia precipitaciones pluviales promedio de 865 mm anuales (Anónimo, 1994) y la salinidad puede descender hasta 1$^{o}/_{oo}$.

El crecimiento de los ostiones en los tres sitios de cultivo fue diferente, con una tendencia a reducir su talla y su peso hacia la boca de la laguna con el mar. Los animales del sitio C rebasaron la talla comercial de coctel (5-6 cm), con una talla promedio cercana a 10 cm, lo que se considera un "ostión de placer". En el punto B se obtuvo una talla coctelera promedio de 6.1 cm, mientras que en el sitio A, los ostiones no alcanzaron los dos centímetros de longitud. En el agua templada-fría del noroeste del país, la talla comercial de ocho a 12 cm es alcanzada en un periodo de ocho a diez meses de cultivo a partir de semillas de tres a 5 mm (Mazón, 1996), talla similar a la usada en los tres ensayos. Lo anterior sugiere que la diferencia en el crecimiento de *C. gigas* en los tres sitios estudiados fue influida por las condiciones físicas, químicas y biológicas de cada lugar. De acuerdo con los criterios de Mazón (1996), la sobrevivencia observada en los sitios A y B es baja, con mortalidades entre 27 y 48%. Sólo el cultivo realizado en el sito C mostró resultados mayores a 70% de sobrevivencia.

La mortalidad puede estar asociada a diversos factores, como la calidad de la semilla, las condiciones del medio, la presencia de depredadores, la técnica usada y el manejo de los animales (Deskhenieks *et al*., 1996). Gallo-García *et al*. (2001b) mencionan que el manejo semanal de los ostiones posiblemente influyó en la sobrevivencia de los animales del sitio B; sin embargo, ya que la rutina de trabajo fue la misma para los tres ensayos, el hecho de que se haya obtenido el valor mencionado en el sitio C, apoya la hipótesis de que las condiciones de cada lugar fueron causa de los resultados obtenidos.

Por otro lado, aunque en todos los sitios de cultivo se observaron organismos epibiontes, fueron más abundantes aparentemente en el C, lo que coincide con la observación de Wilson *et al*. (1991) de que "no necesariamente por encontrar epibiontes en el sito de cultivo, sea una limitante para su desarrollo", ya que su presencia es un indicador de productividad, que puede favorecer el crecimiento de ostiones. Los organismos que aparecieron con mayor frecuencia en el cultivo fueron los gusanos poliquetos barrenadores de la concha. Aunque algunos investigadores han sugerido que estos anélidos pueden disminuir la sobrevivencia (Wargo y Ford, 1993), se ha comprobado que su presencia no necesariamente incrementa la mortalidad de la población (Handley, 1995; Handley, 1998; Tournay, 1999).

Los resultados obtenidos en el crecimiento para algunos de los lugares de cultivo estudiados, indican la factibilidad de producir esta especie en las condiciones existentes en la laguna de Barra de Navidad, durante los meses de invierno y primavera (García-

Ulloa, 2000; Gallo-García *et al*., 2001b). Existen otros lugares con potencial de cultivo dentro de la laguna que deben ser evaluados, al igual que la estimación económica que implica la introducción comercial de este molusco.

Entre los factores que podrían limitar el desarrollo de proyectos acuícolas se encuentran la reducción de áreas disponibles para cultivo, el robo de equipo y ostiones, la contaminación del agua, la presentación de "enanismo" en los ostiones, la presencia de poliquetos barrenadores de la concha y, finalmente, el excesivo manejo, el rápido deterioro del equipo y la alta inversión que implica la utilización de canastas ostrícolas.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en los tres sitios de cultivo, esta especie de ostión puede crecer satisfactoriamente en la zona C de la laguna de Barra de Navidad, en la temporada de invierno-primavera. No obstante, deberán evaluarse los efectos de las condiciones ambientales sobre el crecimiento y la sobrevivencia del ostión, ya que la laguna está siendo objeto de cambios geomorfológicos de forma natural y artificial. Asimismo, es indispensable monitorear la concentración y la calidad del alimento en dicha área de la laguna, con el fin de asegurar su desarrollo comercial. Si los resultados obtenidos satisfacen los requerimientos bioecológicos de la especie y se obtienen buenos crecimientos, entonces será necesario un cuidadoso análisis del efecto económico, social y ecológico que pueda generar la introducción industrial de este molusco en la región. Por otro lado, el reducido espacio potencial que ofrece el sitio C para su explotación comercial podría marcar otra limitante en su desarrollo local, lo cual también deberá ser analizado en futuros ensayos.

Referencias bibliográficas

Anónimo. 1994. Las técnicas acuaculturales. En: E.A. López, M.C. Cáceres, C.F. Hoyos, Z.J. Rivera, P.J. Valdez, O.D. Salinas, M.M. Roble y G.S. Serranos, (eds.). *Manual del II curso de cultivo integral de ostión japonés (Crassostrea gigas)*. Bahía Kino, Sonora. pp. 87-108.

Aquaculture Magazine. 2002. *Status of World Aquaculture 2000*. Buyer's Guide, EU. 42p.

Blake, J.A. 1996. Family Spionidae Grube, 1850. Including a review of the genera and species from California and a revision of genus *Polydora* Bosc, 1802. En: J.A Blake, B. Hilbig y PH. Scitt (eds.). *Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel*. Vol. 6. The Annelida. Part 3. Polychaeta Orbinnidae to Cossurudae. Goleta California. Kinko's Graphics. pp. 81-92.

Brown, J.R. y E.B. Hartwick. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Absolute and allometric growth. *Aquaculture*, 70: 231-235.

Cáceres-Martínez, J. 2000. Sanidad acuícola en moluscos bivalvos. *Memorias AquaMexico,* México. pp. 223-229.

Coutteau, P., K. Curé y P. Sorgeloos. 1994. Effect of algal ration on feeding and growth of juvenile manila clam *Tapes philippinarum* (Adam & Reeve). *Journal of Shellfish Research*, 13: 47-54.

Dekshenieks, M.M., E.E. Hofmann, J.M. Klinck y E.N. Powell. 1996. *Modelling the vertical distribution of oyster larvae in response to environmental conditions*. Marine Ecology Progress Series, 136: 97-110.

Escobar, L. y V. López. 1981. *Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis Profesional, Escuela de Biología, UAG, Guadalajara. 98p.

Franson, M.A.H., L.S. Clesceri, A.E. Greenberg y R.R. Trusssel. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* Amer. Pub. Health Assoc., Amer. Water Work Assoc. and Water pollution Control Federation. Díaz Santos. Madrid. 73p.

Gallo-García, M.C., M. García-Ulloa, D. Godínez-Siordia y K. Rivera-Gómez. 2001a. Estudio preliminar sobre el crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* cultivado en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. México. *Universidad y Ciencia*, 17(34): 83-91.

Gallo-García, M.C., M. García-Ulloa, D. Godínez-Siordia y G.K. Rivera-Gómez. 2001b. *Prevalencia e intensidad de gusanos poliquetos asociados a las valvas del ostión del Pacífico* Crassostrea gigas *(Thunberg, 1873) cultivado en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Congreso Nacional de Oceanografía. Manzanillo, Colima. pp. 35

García, E. 1981. *Clima de las costas de Jalisco*. Instituto de Geografía. UNAM, 188p.

García-Ulloa, M. 1997. El ostión de cultivo es ya una realidad en el estado de Jalisco*. Ocho Columnas*:5D.

García-Ulloa, M. 2000. Entrega del Plan Maestro para el Desarrollo de la Pesca y Acuicultura del Estado de Jalisco. *Panorama Acuícola*, 5:58.

García-Ulloa, M., J. Gamboa, D.E. Godínez-Siordia y T.M. Martínez. 1998. Dietary supplementation with baker's yeast on the *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1873) nursery and its effects on the physiological condition after oyster transference to natural environment. *Advances in Agricultural Research*, 7: 1-8.

Handley, S.J. 1995. Spionid polychaetes in Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg) from Admiralty Bay, Marlborough Sounds, Nueva Zelanda. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 29: 305-309.

Handley, S.J. 1998. Power to the oyster: Do spionid-induced shell blisters affect condition in subtidal oysters? *Journal of Shellfish Research*, 17: 875-881.

Jolly, C.M. y H.A. Clonts. 1993. *Economics of aquaculture*. The Haworth Press, Binghampton, Nueva York. 319p.

Korringa, P. 1976. *Farming the cupped oysters of the genus* Crassostrea. Elsevier, The Netherlands. 224p.

Lauckner, G. 1983. Disease of Mollusca:Bivalvia. En: O. Kinne (ed.). *Diseases of Marine Animals, Vol. II Introduction to Scaphopoda*. Biolosgische Anstalt Helkgland. Hamburg. pp. 467-1038.

Mathiessen, G.C. 2001. *Oyster culture*. Fishing New Books. Reino Unido. 162p.

Mazón, S.J.M. 1996. Cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas*. En: V. Casas y D.G. Ponce, (eds.). *Estudios del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, México.* fao/semarnap/ Gobierno de Baja California Sur, México. pp. 625-650.

Palacios, F.M. y S. García. 1988. *Manual técnico para la operación de centros acuícolas productores de ostión*. Secretaría de Pesca, México. 205p.

Phleger, F.B. 1969. Some general features of coastal lagoons. *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*, unam-unesco. México. pp. 421-430.

Pillay, T.V.R. 1990. *Aquaculture. Principles and pra*ctices. Fishing New Books, Reino Unido. 575p.

Powell, E.N., J.M. Klinck, E.E. Hormann, E.A. Wilson-Ormond y M.S. Ellis. 1995. Modelling oyster populations. V. Declining phytoplankton stocks and the population dynamics of American oyster (*Crassostrea virginica*) populations. *Fisheries Research*, 24: 199-222.

Quayle, D.B. y G.F. Newkirk. 1989*. Farming bivalves molluscs: methods for study and development.* International Development Research Center. Canadá. 294p.

Reyes, C.P. 1982. *Bioestadística aplicada*. Trillas, México. 217p.

Robles, J. y O.D. Salinas. 1993. Producción de larvas. En: E.A. López, M.C. Cáceres, C.F. Hoyos, Z.J. Rivera, P.J. Valdez, O.D. Salinas, M.M. Robles y G.S. Serrano (eds.). *Manual de II Curso de Cultivo Integral de Ostión Japonés (Crassostrea gigas*). Bahía Kino, Sonora. 108p.

Romero, J.A. 1999. *Calidad del Agua*. Alfaomega. México. 273p.

Sandoval, R.L.C. 1985. *Contribución al conocimiento de la productividad primaria fitoplantónica de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Tesis Profesional, Escuela de Biología, uag. 83p.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. *Biometry.* W.H. Freeman, Nueva York. 471p.

Tournay, B. 1999. Ifremer reveals oyster problems. *Fish Farming International*, 26:7.

Vázquez, C.J.C. 1995. *Estudio de prefactibilidad económica para implementar un cultivo comercial de ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 75p.

Wargo, R.N. y. S.E. Ford. 1993. The effect of shell infestation by *Polydora* sp. and infection by *Haplosporidium nelsoni* (MSX) on the tissue condition of the oysters, *Crassostrea virginica*. *Estuaries*, 16: 229-234.

Wilson, E.A., E.N. Powell y S.M. Ray. 1991. The effects of host density and parasite crowding on movement and patch formation of the ectoparasitic snail, *Boonea impressa*; field and modelling results. *Journal of Animal Ecology*, 60: 779-804.

Aspectos sociales de la actividad pesquera

La actividad pesquera en Colima de 1940 a 2003: las políticas pesqueras y la adaptación de los pescadores

Jorge Alberto Cano González[*]

Resumen

La historia de la pesca en Colima está marcada por la intervención del Estado mexicano. A mediados del siglo XX las políticas de los presidentes Echeverría, López Portillo y Miguel de la Madrid, principalmente, marcaron el camino del desarrollo de las pesquerías mexicanas y, simultáneamente, los pescadores colimenses iniciaron una compleja relación con el mercado, lo que transformó sus prácticas e ideas. Si bien tanto los pescadores del mar como los de las lagunas costeras comparten una historia común, hay entre ellos particularidades que los definen y que es necesario identificar para conocerlos mejor. La situación contemporánea de los pescadores colimenses no sólo es resultado de las políticas pesqueras, de los cambios inducidos por el mercado capitalista o de las condiciones biológicas del medio ambiente; sino también de las prácticas de los pescadores, con matices particulares, resultado del tipo de pesca y de las condiciones en las que se realizan.

Palabras clave: Estadísticas, políticas, pescadores, transformación, adaptación.

Introducción

El aprovechamiento de los recursos acuáticos es resultado de la construcción social que los individuos hacen sobre el uso de los recursos disponibles. Factores como las condiciones biológicas de las especies, la relación que los pescadores construyen con su ecosistema, las políticas de los gobiernos en turno y el sistema de mercado, entre otros, se conjugan en un complejo entramado de interrelaciones que se intenta conocer en la práctica y no sólo con los discursos o cifras oficiales.

Los pescadores se enfrentan a la complejidad de practicar una pesca sustentable, a vivir dentro de un modelo económico que les demanda incrementar su esfuerzo para lograr subsistir y, además, a la necesidad de cambiar sus conceptos sobre el acceso a los recursos. Lo que se pretende mostrar con este trabajo es la transformación de la situación de los pescadores y las acciones que éstos han llevado a cabo para ser protagonistas de la historia de la pesca en Colima. Además, se hace necesario conocer algunas de las políticas gubernamentales para comprender las vicisitudes de dicha actividad, ya que algunos de ellos la han considerado como la panacea para los problemas alimenticios del país y como una actividad económicamente importante, mientras que otros no le han dado esa relevancia. Así, entrelazando las experiencias de los pescadores y las políticas de los gobiernos es posible contrastar la historia de la actividad pesquera y su práctica, con lo que muestran las cifras y los discursos oficiales. El periodo analizado (1940-2003) se escogió porque es posible obtener tanto información estadística de dicho intervalo, como de primera fuente.

Rescatar la historia de lo que ha sido la actividad pesquera permite conocer los aciertos y errores que se han cometido, aprender de ellos y, quizás, contribuir a corregir su rumbo. La información manejada en el trabajo ha sido obtenida de documentos oficiales, de la bibliografía que aborda el tema y, principalmente, de entrevistas hechas a los protagonistas del sector pesquero: pescadores, investigadores, comerciantes y funcionarios públicos.

Este trabajo se respalda en dos propuestas metodológicas: Alcalá-Moya (1999) plantea la importancia de conocer las acciones y condiciones particulares de

* CEDDU-El Colegio de México. Correo electrónico: knogl@hotmail.com, jacano@colmex.mx. Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto T*ransformaciones y Perspectivas de las Actividades Portuarias, Pesqueras y Turísticas en el Litoral Occidental Mexicano*, dirigido por la doctora Graciela Alcalá Moya y auspiciado por el Conacyt.

los actores que llevan a cabo la actividad pesquera, porque son ellos quienes toman las decisiones sobre el rumbo de sus vidas, además de conocer las políticas que han incidido sobre la actividad, ya que éstas le han dejado su impronta a este sector; por otro lado, Breton y López-Estrada (1989) proponen que para conocer el devenir histórico de la actividad pesquera es necesario partir del análisis de la relación del Estado y "el capital" con el sector, porque son éstos quienes se han encargado de regir y desarrollarlo.

Los objetivos planteados para este trabajo son: conocer de manera general cómo ha evolucionado la política sobre la actividad pesquera; describir la situación de los pescadores y las transformaciones que han experimentado; aportar elementos que permitan entender el devenir histórico de la actividad pesquera en Colima. Para ello, el trabajo se ha organizado en cinco secciones: en la primera se proporcionan datos cuantitativos de la población de pescadores, de las embarcaciones y del volumen de captura de algunas de las especies de mayor importancia comercial; en la segunda se describen las condiciones generales de las políticas instrumentadas con respecto a la actividad pesquera y cómo los pescadores las han vivido en la práctica; la tercera presenta las características de los pescadores marítimos en Colima; la cuarta describe las singularidades vividas por los pescadores de la laguna; y en la quinta y última se presentan las conclusiones a las que se llegaron.

La población de pescadores, el tipo de pesca, las embarcaciones y la producción[1].

En el estado de Colima la información estadística sobre el sector pesquero data de 1955 y sólo corresponde al puerto de Manzanillo. En ese tiempo en el municipio había 273 personas en el sector pesca, de las cuales 71 pertenecían a la única cooperativa registrada, la Miguel Hidalgo; 68 trabajaban como o para permisionarios, 80 eran considerados pescadores libres y 40 ejidatarios. El registro también indica que había nueve obreros y cinco empleados.

Desde 1955 hasta 1975 los datos estadísticos del estado muestran que sólo en Manzanillo había pescadores registrados en cooperativas, mientras que en los municipios de Armería y Tecomán se registran permisionarios, pescadores al servicio de éstos, ejidatarios y pescadores libres. En estos datos se observa que en Colima el cooperativismo pesquero tuvo su cuna en Manzanillo, y que fue a partir de la segunda mitad de la década de los setenta cuando se empezaron a formar cooperativas y organizaciones sociales dedicadas a la actividad pesquera en el resto del estado. En la *tabla 1* se presentan las variaciones demográficas de la población que se ha dedicado a la actividad pesquera.[2]

Al observar las cifras oficiales se aprecia que la población de pescadores se incrementó de 1960 a 1980, pero hasta 1975 la mayor parte se concentraba en el sector privado. A partir de ese año el número de pescadores registrados en las organizaciones sociales creció más que en ese sector. Cabe señalar que de 1980 a 1990 el incremento de la población dedicada a dicha actividad no tuvo precedentes, de tal modo que a finales de ese periodo se alcanzó el mayor número de pescadores registrados en el estado de Colima. En ese momento la mayoría de las cooperativas presentaban muchos problemas operativos y vicios que hacían imposible mantener esa tendencia de crecimiento (según los testimonios de pescadores y funcionarios que se señalan más adelante). Así, las cifras indican que en 1990 había registradas 3 557 personas en el sector social, y que a partir de ese momento disminuyó el número de pescadores tanto en el sector social como el privado. El primero de ellos se fragmentó, principalmente, por la falta de apoyos gubernamentales, los cambios en la legislación y por el decremento en las capturas, condiciones que llevaron a que muchos pescadores optaran por emigrar a otras actividades, mientras que otros más se convirtieron en pescadores "libres" o pasaron a trabajar formalmente para permisionarios (lo que para muchos en la práctica siempre fue así).

1. La información estadística consultada no es homogénea con respecto a los años y rubros mostrados, por ello sobre la población de pescadores sólo para Manzanillo hay información de 1955; los registros sobre el número de embarcaciones y su desglose por sector son a partir de 1971; los datos sobre los volúmenes de captura, a partir de 1980. La información se manejó así porque el autor no encontró series históricas continuas de las mismas categorías para su comparación, de tal forma que se limitó a los años en los que sí era pertinente hacer la comparación con la información histórica disponible o cuando la existente sirvió para mostrar algo relevante.

2. La información cuantitativa fue tomada de las siguientes fuentes: los datos de 1955 a 1975 son del *Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Colima*, 1; los registros de 1980 a 1990 son de los *Anuarios Estadísticos de Pesca* de 1980,1985,1990; los de 1995, 2000 son de los *Anuarios Estadísticos de Colima 1995, 2000;* la información de 2003 es de los formatos para el *Anuario Estadístico del Estado de Colima 2003*, éstos fueron proporcionados por personal de la oficina de la Delegación de Pesca de la SAGARPA en Colima, Colima, en junio de 2003.

Tabla 1
Población y número de embarcaciones dedicadas a la actividad pesquera en el estado de Colima, sectores social y privado: 1960-2003

	1960	*1965*	*1970*	*1975*	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2003*
Sector social										
Población	71	276	262	351	516	1891	3557	1620	1677	1076
Embarcaciones	120	156	121	440	720	372	419	306		
Sector privado										
Población	105	336	405	408	506	1008	2209	982	1658	617
Embarcaciones	75	81	151	252	360	249	139	108		

Tabla 2
Número de embarcaciones registradas en Colima por tipo de pesca

	1971	*1975*	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2003*
Pesca ribereña	156	206	203	662	1062	547	520	383
Pesca de altura	39	31	69	46	45	38	48	43

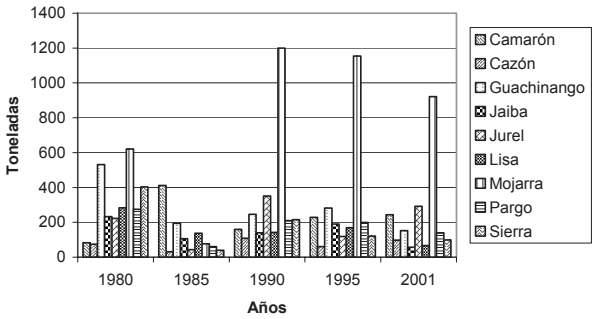
En junio de 2003 en el Departamento de Estadística de Pesca de la Delegación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en Colima había registradas 1 076 personas en el sector social y 617 en el privado[3]. Muchos de los quienes aparecían contabilizados en el sector social en realidad eran pescadores libres que trabajaban para las cooperativas, algunas de las cuales eran negocios familiares (entre ellas se pueden mencionar las cooperativas: Verónica, 5 de Mayo, Océano Azul y Laguna de Cuyutlán Alameda). Otros tantos no aparecen como socios ni como respaldados por alguna cooperativa.

Las estadísticas muestran que el sector social posee la mayor cantidad de embarcaciones (Tabla 1) y que en gran medida se les destina a la pesca artesanal o de ribera[4] (Tabla 2). Es por ello que hay que resaltar su importancia en Colima, puesto que es la que ha mantenido el abasto de productos marinos en los mercados local, regional y nacional. Se estima que en el país la pesca ribereña aporta 65% de la producción destinada a consumo humano directo, 85% de los pescadores se dedican a ella y emplea más de 90% de las embarcaciones registradas (Cruz-Romero *et al.,* 1995).

A finales de los setenta muchos pescadores ribereños se dedicaron a la pesca de altura, pero ahora, con su desplome, muchos de ellos han regresado a la ribereña. Los pescadores de las cooperativas se dedican casi exclusivamente a la pesca artesanal.

En lo que respecta al volumen de la producción (Fig. 1), en el año de 1980 el monto alcanzado por las especies de escama no tuvo precedentes y fue semejante al incremento en el número de embarcaciones y artes de pesca. Sin embargo, esa tendencia no podía mantenerse indefinidamente sin poner en peligro la existencia de las pesquerías e incluso de las especies.

Figura 1
Volumen de las capturas de algunas de las especies más importantes comercialmente



No obstante, los grandes altibajos de las capturas probablemente estuvieron más relacionados con los programas gubernamentales que con las variaciones en la abundancia de las especies. Un argumento que sustenta esta afirmación es que en los sexenios de los presidentes Echeverría y López Portillo se regalaron

3. Datos que corresponden a los formatos para el *Anuario Estadístico del Estado de Colima, 2003*.
4. En el *Anuario Estadístico de Colima 2000*, se dice que la pesca ribereña es aquella que se realiza en bahías, sistemas lagunares o estuarinos y en el mar, hasta un límite de tres millas náuticas a la costa (5.6 kilómetros). En la mayoría los casos se practica en embarcaciones menores; la pesca de altura es la que realizan los barcos, desde profundidades y distancias a la costa propicias para su operación hasta las aguas oceánicas, rebasando incluso los límites del mar territorial y la Zona Económica Exclusiva de México (ZEEM).

lanchas y motores, lo que dio como resultado volúmenes de capturas nunca antes vistos, ni después y a partir de lo cual hubo un descenso abrupto. Posteriormente se instrumentaron los programas *El crédito a la palabra*, y *Solidaridad*, y con ello volvió a aumentar la magnitud de las capturas, tal como se aprecia claramente en las estadísticas oficiales de Colima (Espino-Barr[5], com. pers.).

En las estadísticas de producción y sobre la posesión de las embarcaciones es posible observar hacia dónde se dirigieron los apoyos del gobierno en turno y las especies que se considera más rentable explotar: la captura de camarón, atún y especies de escama, así como a las embarcaciones destinadas a su captura.

El registro de los volúmenes de captura de camarón de alta mar data de principios de los años ochenta, ya que en la década de los setenta, si bien había ahí embarcaciones camaroneras, los pescadores colimenses descargaban y reportaban su producción en Mazatlán. Después de 1985 menguó este índice y de 1990 a la fecha ha oscilado entre las 200 y 300 toneladas anuales. La pesca de atún en gran escala en Colima debe su origen al establecimiento de la empresa *Pescado de Colima*, durante el sexenio del entonces presidente de la república Miguel de la Madrid. Este proyecto fue promovido para fortalecer el mercado nacional interno y tratar de contrarrestar los problemas originados por el embargo atunero que impuso Estados Unidos a México.

La producción récord de especies de escama ocurrió en 1980 (principales especies-objetivo de los pescadores artesanales), resultado de los apoyos brindados a los pescadores, en la forma de créditos para adquirir lanchas, motores y artes de pesca. En años posteriores la captura ha presentado grandes altibajos, pero cabe destacar que, a pesar de las quejas constantes de los pescadores con respecto a la disminución en sus capturas, la pesca artesanal de escama en el mar mantiene una buena relación con el ecosistema, ya que "los cambios en la comunidad de peces que se capturan comercialmente en la costa de Colima, se deben más a modificaciones ambientales naturales, que a la presión por pesca" (Espino-Barr, 2000).

Una historia en común

Antes de que se formaran las primeras cooperativas en la década de 1940, los pescadores trabajaban para comerciantes y permisionarios. Estos últimos (hoy en día algunos de ellos siguen operando de la misma manera) avituallaban a los pescadores para sus jornadas de pesca, compraban las capturas y se encargaban de distribuir sus productos en los mercados. Con los pocos pescadores de tiempo completo que había y con aquellos que pescaban sólo por algunas temporadas, era suficiente para proveer el mercado regional.

Una elevada cantidad de los trabajadores que incursionaban en la pesca eran inmigrantes que llegaban a Manzanillo, el principal polo de atracción en la costa colimense, antes y aún ahora. Si bien pugnaban por trabajar en las maniobras de carga y descarga de barcos en el puerto, al igual que la población nativa, el acceso al trabajo ahí era limitado, ya sea por la documentación exigida o por la capacitación necesaria, por ello optaban por ingresar a la actividad pesquera. Algunos trabajaron de manera temporal, mientras que otros descubrieron ahí su vocación y lo hicieron de forma permanente.

En el siglo pasado, a finales de los años treinta y principios de los cuarenta, los pescadores colimenses y sus productos entraron de lleno a un mercado más amplio que el regional (Alcalá-Moya, 1999; Rodríguez, 1997), como consecuencia de la demanda de aceite de hígado de tiburón. Fue entonces cuando estos pescadores se especializaron en la captura de una especie en particular y sus productos pudieron dar el salto a los mercados nacional e internacional. Hasta entonces los pescadores se adaptaban a las condiciones climáticas, a las características biológicas de las especies-objetivo y a las necesidades del mercado regional. Sin embargo, ante las nuevas exigencias del mercado sobre los productos del mar y con la nueva tecnología aplicada para la extracción de las especies marinas, la relación pescador-especies objetivo, principalmente, empezó a cambiar.

Por otra parte, a partir de la década de 1940 el gobierno mexicano incrementó gradualmente su ingerencia en el uso y el aprovechamiento de los recursos marinos en este estado y, con la formación de las primeras cooperativas de producción pesquera, el pescador pasó de ser un ente disperso en la sociedad a formar parte de un gremio susceptible de ser identificado, con derechos y obligaciones. El cooperativismo coadyuvó a crear un sentido de organización colectiva entre los pescadores y "formalizó" su actividad ante el Estado; ayudó a estructurar una colectividad con oficio e intereses comunes.[6]

5. Dra. Elaine Espino-Barr, investigadora del CRIP-Manzanillo, INP-SAGARPA.

6. Los antecedentes más antiguos sobre la existencia de cooperativas en Colima se remontan a 1942. Aramburu Díaz (1942),

El cambio en la actividad pesquera colimense se debió básicamente a tres factores: la formación de cooperativas y la distribución de los productos del mar en mercados más amplios que el local y regional; a que fue reconocida por el gobierno como una actividad económica importante para la nación; a que como resultado de las acciones anteriores muchos pescadores dejaron de realizar la actividad de manera esporádica y empezaron a hacerlo de tiempo completo.

Los cambios en el ámbito local fueron el resultado de las propuestas políticas instrumentadas en su momento por los gobernantes en turno y por la aceptación de éstas por parte de los pescadores locales. Con el objetivo de organizar un país que arrastraba las secuelas de la revolución, el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas tuvo especial interés en administrar los recursos acuáticos, por lo que en 1934, durante su sexenio, se creó el Departamento Forestal y de Caza y Pesca; si bien en 1939 las cuestiones pesqueras fueron incorporadas al Departamento de Marina. En ese momento ya se vislumbraba la creación de un organismo de crédito marítimo y pesquero para apoyar a las sociedades cooperativas. Más adelante, en el gobierno de Ávila Camacho se fomentó el consumo de pescado en el país, resaltando su alto valor nutritivo. En junio de 1941 se publicó la ley por medio de la cual se creó el Banco Nacional de Fomento Cooperativo y en 1947 se creó la Comisión Técnica Consultiva de la Dirección General de Pesca (Sierra y Sierra, 1977).

Durante las décadas de los años cincuenta y sesenta el esfuerzo pesquero en Colima no experimentó cambios importantes (Tablas 1 y 2). No hubo políticas o inversiones importantes que incentivaran su crecimiento. Las variaciones más relevantes en dicho periodo fueron la introducción de nuevos materiales para elaborar las artes de pesca y del uso de motores en las embarcaciones. Los vendedores de dichos productos empezaron a promocionarlos y a hablar de sus bondades a los pescadores; algunos de ellos aún recuerdan que eran renuentes a usar esas innovaciones por el costo que representaba adquirirlas. Por ello, entre otras razones, el cambio en los materiales y en los equipos de pesca fue paulatino, de tal modo que su uso no repercutió drásticamente en el volumen de captura, ni creció la población de pescadores de manera significativa ni la cantidad de equipos de pesca. Empero, sí implicó el abandono de las técnicas tradicionales, como por ejemplo, la vela para propulsar la embarcación y la práctica de impermeabilizar los hilos de algodón con la vaina del mangle caballero *(Rhizophora mangle)*, ya que a finales de los años sesenta llegaron a la región "los trasmallos de seda" (nombre que reciben las redes agalleras en la región).

Una de las innovaciones importantes en la pesca fue la utilización de los motores estacionarios por los pescadores a finales de la década de los años cincuenta y principios de la de los sesenta, y que eran comprados en la ciudad de Colima y adaptados a las pangas de madera en Manzanillo. Ahí se contaba con una tradición en la construcción de embarcaciones de madera, que se perdió con la introducción de motores de gasolina y diesel, por lo que, tanto los pescadores de la laguna como los del mar recuerdan con nostalgia la destreza de los "carpinteros de ribera" que les construían sus embarcaciones.

En las décadas de 1950 y 1960 las buenas intenciones bastaron para hacer despegar la actividad pesquera en Colima: el presidente Adolfo Ruiz Cortines ofreció estudiar la posibilidad de construir atracaderos para los pescadores manzanillenses, además del empezar con el saneamiento de la laguna de San Pedrito, pero todo ello quedó en el discurso; durante el sexenio de Adolfo López Mateos (1958-1964) se construyó una escuela práctica de pesca en Manzanillo (*Ibid.*), de la que los pescadores no tienen memoria. Durante el gobierno del presidente Luis Echeverría Álvarez (1970-1976) se concibió la actividad pesquera como una opción para resolver los problemas alimenticios del país y para generar ingresos mediante la explotación de espacios o recursos acuáticos que hasta ese momento se habían olvidado o eran desaprovechados. Así, "por primera vez en la historia de México", los pescadores artesanales estuvieron incluidos como destinatarios de los apoyos crediticios "para el desarrollo"; el presidente incluso los elogió públicamente en repetidas ocasiones, a la vez que declaró que los pescadores proveían de alimentos baratos y nutritivos y que generaban fuentes de empleo de escaso costo, en términos comparativos, "para el bienestar de todos los mexicanos" (Alcalá-Moya, 2003a).

Hasta antes del mandato de Echeverría los pescadores colimenses del sector social habían trabajado con capital y tecnología mínimos, y la pesquería era de carácter artesanal. Aprovechando las facilidades del momento, muchos pescadores se involucraron en los proyectos del gobierno con el propósito de con-

---

menciona a las cooperativas: Pesquera Manzanillo, SCL y Pescadores de Colima, SCL. En los archivos del departamento de Pesca de la SAGARPA en Colima y en las entrevistas con los pescadores viejos del puerto no hay referencias sobre estas organizaciones. Las cooperativas más antiguas que aparecen en dichos archivos y en las historias orales de los pescadores más ancianos son: Miguel Hidalgo, en 1949, Laguna de Cuyutlán, en 1953 y la Independencia, SCL en 1961.

vertirse en pescadores de altura y obtener mayores ingresos. Diversas cooperativas se beneficiaron con los programas gubernamentales al obtener créditos para adquirir embarcaciones mayores; la Miguel Hidalgo, la Laguna de Cuyutlán y la Independencia, gestionaron los préstamos para comprar embarcaciones camaroneras desde 1972. Este sexenio fue crucial para la actividad pesquera nacional: se formuló el Programa Nacional Pesquero; las empresas paraestatales dedicadas al sector pesca se agruparon como Productos Pesqueros Mexicanos (PROPEMEX); se fomentó la creación de sociedades cooperativas de Producción Ejidal; en 1974 se creó el Fideicomiso para el otorgamiento de créditos en favor de cooperativas pesqueras para la adquisición de barcos camaroneros (FIPESCO); en junio de 1976 entró en vigor el decreto sobre la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 200 millas náuticas (Sierra y Sierra, 1977).

A pesar de los apoyos para la formación de las cooperativas, entre 1975 y 1985 la mayoría de ellas se creó como resultado de la presión ejercida por las instituciones del gobierno federal o por la relación que sostenían funcionarios públicos y empresarios, ya que éstos aprovecharon los apoyos al sector social. Hay historias recogidas entre quienes eran pescadores libres en ese momento que dan testimonio de cómo eran perseguidos por los inspectores de pesca porque no pertenecían a agrupación alguna. Muchos pescadores se incorporaron a las cooperativas por la presión de las autoridades y no por interés personal o por el trabajo en grupo.

Si bien hubo grandes inversiones y apoyos al sector, muchos de los proyectos no tuvieron la supervisión que requerían después de haber sido puestos en operación, además de que buen número de funcionarios y directivos de cooperativas se enriquecieron ilícitamente con las grandes cantidades de dinero destinadas al sector social, por lo que estos apoyos no llegaron a quienes realmente los necesitaban.[7] Así, tanto funcionarios del gobierno como dirigentes de los pescadores entraron al círculo vicioso de los favores y las complicidades. Los pescadores con mayor escolaridad o con dones naturales de liderazgo aprovecharon las coyunturas del momento y manejaron las cooperativas a su antojo, despilfarraron los ingresos que obtenían y terminaron por llevarlas a la quiebra. La ignorancia de la mayoría de los pescadores con respecto a asuntos administrativos y contables, al comercio y a las políticas, además de su desinterés en los mismos, favorecieron la corrupción.

Con el presidente López Portillo los apoyos al sector pesca continuaron dándose con la misma magnitud que se hizo durante el mandato de Echeverría. De esta manera, en 1977 se creó el Departamento de Pesca y en enero de 1982 se elevó al rango de Secretaría, como resultado de la importancia que adquirió dicho sector (Sepesca, 1985a y b). Continuaron los programas iniciados en el sexenio anterior, por lo que gran parte de la flota camaronera privada pasó a las cooperativas y se pusieron en funcionamiento algunas industrias de transformación (enlatadoras, harineras, empacadoras): Es decir que, como apunta Alcalá-Moya (2003a), gran parte de los resultados cosechados durante el sexenio de López Portillo fue consecuencia de lo iniciado por su antecesor.

Así, podemos apreciar que, por el tipo de embarcaciones y por el incremento en el número de éstas (Tabla 2), en Colima el apoyo que dio el presidente Echeverría (de 1970-1976) se enfocó a desarrollar la pesca de altura, mientras que durante los sexenios de López Portillo y de la Madrid (1977-1988) la pesca artesanal obtuvo más apoyos. Durante el periodo de este último disminuyó la participación estatal en la industria pesquera y se promovió la participación equilibrada de los sectores público, social y privado (Martínez-Guzmán, 1993). Este mandatario tardó dos años en presentar su Programa de Pesca y Recursos del Mar 1984-1988, y con la Secretaría de Pesca intentó resolver los problemas que dificultaban el crecimiento de esta actividad. Durante su sexenio México figuró en las estadísticas internacionales por el alto volumen de sus capturas, y la exportación de algunas de las especies acuáticas representó el segundo lugar de divisas obtenidas, sólo por debajo de las del petróleo (Alcalá-Moya, 2003a).

Tanto así, que aun cuando el país estaba pasando por una gran crisis económica originada por la caída estrepitosa del precio del petróleo, por las devaluaciones de la moneda y por el temblor de 1985, en el estado de Colima, estado natal del presidente, la actividad pesquera era objeto de importantes inversiones. Durante dicho sexenio, en Manzanillo se construyó y puso en marcha la empresa Pescado de Colima, SA, industria pionera en el enlatado de atún en esa ciudad (Alcalá-Moya, 1999). En contraparte, en ese momento las cooperativas ya arrastraban una serie de problemas internos y externos que hacía inviable su operatividad. En los dos apartados siguientes se presentan algunos ejemplos de las situaciones manifestadas por los pescadores de esta entidad.

Con el presidente Carlos Salinas de Gortari los apoyos económicos decayeron y los cambios en la le-

7. Ingeniero Ramón Velásquez, subdelegado de Pesca en Colima de la SAGARPA, entrevista 20/08/2003.

gislación no favorecieron a los pescadores en la práctica. Empezó el declive del ya fracturado sector social de la actividad pesquera. En 1992 los comerciantes, permisionarios o acaparadores privados, tuvieron las facilidades de acceder a la pesquería del camarón, especie que representaba los mayores ingresos dentro de esta actividad.

Las reformas asentadas en la Ley General de Sociedades Cooperativas (DOF, 1994) socavaron el sentido social con el que habían nacido las agrupaciones. La política del presidente Salinas de Gortari se caracterizó por la austeridad en los apoyos del gobierno y por el modelo económico neoliberal; el paternalismo con el que se había cobijado al sector pesquero quedó en el olvido. Los recursos disponibles se canalizaron hacia las ramas que se consideraron más eficientes y productivas, principalmente las áreas de captura y producción industrial (Martínez-Guzmán, 1993). Empresas paraestatales como Ocean Garden, Inc., dedicada a la comercialización del camarón en el extranjero, y el Banco Nacional Pesquero y Portuario no tuvieron cabida en la política de "eficiencia económica" del gobierno de Salinas.

Cuando en 1992 la iniciativa privada tuvo la posibilidad de explotar las especies que hasta ese momento estaban reservadas a las cooperativas, éstas no pudieron mantenerse sin los préstamos ni el contubernio que habían mantenido con aquélla. Entonces ya no hizo falta enmascarar los negocios que las empresas privadas efectuaban por medio de las cooperativas. Ahora, con la Ley de Sociedades Cooperativas que entró en vigor el tres de agosto de 1994, estas agrupaciones dejaron de estar tuteladas por el gobierno, ya no fueron objeto de control y vigilancia por parte del poder ejecutivo "y se pueden integrar con un mínimo de cinco personas" (DOF, 1994).

Esta nueva forma de ver el cooperativismo coadyuvó a que estas sociedades se manejaran como empresas privadas y, además, propició que muchos pescadores dejaran en manos del permisionario o del encargado de la cooperativa, el control y la responsabilidad hacia las instituciones gubernamentales y del mercado. Por otra parte, los directivos de las cooperativas les han dado trato de trabajadores a los pescadores y no de socios, además de que no les dan las garantías que por ley les corresponden. En la práctica se observa que entre pescadores y patrones la relación está regida por "la costumbre" que se impone para el gremio: los directivos les facilitan a los pescadores los equipos de pesca, embarcaciones, los avituallan para salir a pescar y les prestan dinero; los pescadores se deslindan de las responsabilidades burocráticas y de asuntos administrativos sobre el producto, alquilan su fuerza de trabajo y se comprometen a entregar el producto de sus capturas.

Las relaciones entre patrones y pescadores están caracterizadas por el robo de parte o toda la captura, por deudas sin saldar, por la falta de responsabilidad en cuanto al cuidado del equipo o de las artes de pesca, por la venta del pescado a precios bajos y por no contar con las prestaciones de ley. A pesar de todo lo anterior, ésta es la realidad y ambas partes se han adaptado a ello, aun si bien no es lo ideal, puesto que unos se deslindan de las responsabilidades y otros manejan los recursos a su conveniencia.

En el gobierno de Ernesto Zedillo la evidencia más clara de que la pesca no era considerada una actividad relevante fue la desaparición de la Secretaría de Pesca, para dar paso a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), es decir, se dio prioridad a los problemas ambientales. El personal y la infraestructura que llevaron a la actividad pesquera al segundo lugar como captadora de divisas para el país fueron desperdiciados, con la consecuente pérdida de gran parte de los avances logrados hasta ese momento (Alcalá-Moya, 2003a). En el apartado siguiente se detallan las vicisitudes por las que pasaron los pescadores de altura de Colima, así como las repercusiones originadas por las políticas instrumentadas.

Los pescadores del mar

Las primeras cooperativas de Colima se formaron en Manzanillo; los pescadores organizados en ellas trabajaban simultáneamente en las lagunas de Cuyutlán y San Pedrito y en las bahías de Manzanillo y Santiago. Los apoyos económicos que recibieron durante el gobierno del presidente Echeverría (1970-1976) para adquirir embarcaciones camaroneras y escameras, propiciaron el desplazamiento de algunos pescadores artesanales a pescadores de altura. Muchos de ellos, el asumir el costo de dicho cambio transformaron su forma de vida: recibieron entrenamiento técnico, entraron abiertamente a un sistema de mercado que trastocaba las relaciones con su entorno y se adecuaron a las nuevas condiciones que implicaba trabajar en el mar. Los socios de las cooperativas que hasta ese momento no tenían grandes complicaciones para administrarlas se vieron en la necesidad de capacitarse en asuntos de dirección y contabilidad, ya que sólo así podrían sobrellevar sus nuevas necesidades. Algunos pescadores manzanillenses que habían ido a probar suerte en la pesca de altura a Guaymas, Sonora y a Mazatlán, Sinaloa, regresaron a su terruño para incorporarse a la nueva flota de altura con base en

Manzanillo. Otros más se capacitaron *ex profeso* para sumarse a ella. Estos pescadores pasaron de trabajar de ocho a 12 horas a estar fuera de sus hogares hasta por periodos de un mes. Al adquirir los barcos incrementaron sus obligaciones fiscales y su dependencia a los precios de sus productos y de los insumos que necesitaban para efectuar su actividad.

Los problemas que se generaron dentro de las cooperativas debido a la corrupción, el clientelismo y los intereses personales, no ayudaron a su buen funcionamiento. Muchos pescadores pudieron haber mantenido en operación sus cooperativas y su trabajo como socios, no obstante, la mala administración, la complicidad entre líderes, funcionarios y armadores y una burocracia que estaba aprendiendo el funcionamiento en la pesca, se convirtieron en los principales obstáculos para mantener los apoyos que ayudaron al desarrollo de la pesca. Programas como el de *Las Diez Mil Lanchas*, e instituciones y empresas paraestatales como el Banco Nacional Pesquero, PROPEMEX y Ocean Garden Inc, no pudieron sobreponerse a los problemas prácticos ya mencionados ni a los intereses políticos del presidente en turno.

Algunos pescadores dominaron el funcionamiento de las cooperativas y establecieron relaciones con las empresas comercializadoras, con las instituciones gubernamentales y con los bancos. Como se puede deducir de esta declaración, están convencidos de que sí había mecanismos para sortear los problemas crediticios y no caer en los contubernios:

> la congeladora nos pagaba el 100% de lo que le entregábamos. Si nos hubiera recogido el 25% y que lo tomara como abono de lo que debíamos sí hubiéramos pagado lo que se debía. A la cooperativa le pagaban todo lo que vendía de camarón y no le retenían nada, pues se tenían plazos para ir pagando; sí abonábamos, pero no tanto como para pagar toda la deuda; se vino el alza del dólar y se pagaron los barcos, pero si el gobierno veía que todas las cooperativas eran solventes para el avituallamiento siguiente no debería de haber prestado dinero; como veían que las cooperativas estaban solventes porque se habían pagado los barcos les seguía prestando dinero para avituallar los barcos o para arreglarlos.[8]

Los testimonios de pescadores de cooperativas que se beneficiaron de los apoyos al sector social, y que conocieron los vínculos entre líderes y funcionarios, dan cuenta de las argucias desarrolladas para que las cooperativas dependieran de la iniciativa privada.

> [En 1982-1984] Cuando dirigí la Federación se consiguió un préstamo con el cual pudimos construir una planta seleccionadora de camarón, convirtiéndose en la única empresa que perteneció a las cooperativas y que tenía la capacidad de exportar camarón a los Estados Unidos, ya que las otras empresas que comercializaban el camarón pertenecían a los acaparadores. Fue el secretario de Pesca, Ojeda Paullada, quien nos impidió que siguiéramos exportando el camarón, ya que nos imponía que el producto saliera del país a través del único concesionario al que se le estaba permitiendo hacerlo: Ocean Garden. Esta empresa nos empezó a boicotear el trabajo, pues nos atrasaba los pagos y manipulaba los precios del camarón. Por los efectos del boicot decidimos cambiar a una empresa que nos ayudara a comercializar el producto, así que tratamos con una empresa de chinos, la Red Camber Company, pero como el gobierno no quería que vendiéramos por nuestro lado, empezaron a ponernos trabas hasta tronarnos. El gobierno empezó a formar cooperativas fantasma y a solicitar créditos estratosféricos para comprar barcos que los pescadores nunca vieron. En dicha dinámica tuvo mucho que ver Ojeda Paullada. Con las condiciones que se siguieron, subir el diesel, más papeleo e impuestos, etc., acabaron por tronar al sector pesca, así el gobierno ha ido acabando con varios sectores.[9]

El periodo de auge de la flota camaronera del sector social fue de 1975 a 1990, pero a partir de la década de los noventa pasó paulatinamente a manos de la iniciativa privada. Los pescadores del mar tuvieron su mejor época, tanto por la población registrada como por el volumen de sus capturas, a finales de los años setenta y a principios de los ochenta. En dicho periodo se recogieron los frutos producto de las inversiones en el sector y del apoyo de las instituciones del Estado.

Al iniciar el despegue del desarrollo pesquero en el sexenio de Echeverría, se puso en evidencia la capacidad de algunos pescadores para aprender y adaptarse a las condiciones del mercado. Sin embargo, el desarrollo de las cooperativas de altura en el estado de Colima no estaba por encima de los intereses políticos y económicos que determinados grupos impusieron, como se puede constatar en la cita anterior. También hubo cooperativas dedicadas a la pesca artesanal en el mar, que se beneficiaron

8. Entrevista efectuada por el autor el día 23 de enero de 2003, a Manuel Cabrera, comerciante de pescado en Manzanillo, Colima.

9. Entrevista efectuada por el autor el día 4 de diciembre de 2001 a Benjamín Zambrano en Manzanillo, Colima.

con créditos para la compra de lanchas de fibra de vidrio, cámaras de congelación, vehículos y artes de pesca en general. Ejemplo de ello es la cooperativa CTM Manzanillo, que llegó a contar con camionetas para transportar sus productos, y cuartos fríos para conservarlos; la cooperativa Participación Estatal Costa de Colima, luego de un año de haberse constituido (se formó en febrero de 1981) obtuvo un crédito por medio de Propemex y adquirió lanchas de fibra de vidrio, motores y artes de pesca. Otros pescadores optaron por no solicitar apoyos económicos, aun cuando les ofrecieron créditos para acceder a la pesca de altura. La cooperativa Pescadores de San Pedrito se constituyó en mayo de 1984 y sus integrantes optaron por mantenerse como pescadores artesanales. Ellos consideraron que su promedio de edad no era el adecuado para aventurarse en una empresa de tal envergadura, porque la mayoría rebasaba los 40 años y consideraron que era peligroso el trabajo en mar abierto. Además, no quisieron arriesgarse a empeñar sus pocas pertenencias para obtener equipos de pesca más sofisticados.[10]

Hasta antes de 1992 muchos de los apoyos que recibieron las cooperativas para funcionar o constituirse, se manejaron como una forma de reivindicación social en el discurso del gobernante en turno, puesto que en la práctica la mayoría de las cooperativas sirvió a las empresas privadas. Si bien éstas no podían acceder a las especies reservadas, aquéllas les facturaban y arrendaban embarcaciones, por ello no tuvieron la posibilidad de tomar las riendas del negocio:

> [Cuando estábamos solicitando los barcos] Fuimos a México a solicitar el permiso para la captura del camarón de mar. Nos preguntaron que si teníamos barcos, les dijimos que no, debíamos de manifestar por lo menos un barco propio. "El Tiburón" les dijo: "Está bien, en unos días vamos a comprar un barco". Cuál, si no teníamos nada. Él tenía mucha "conociencia". Nos fuimos a Mazatlán a hablar con un armador que tenía como 20 barcos, ya le dijimos que necesitábamos un barco; como le íbamos a facturar le convenía apoyarnos. Que llena una factura y en un rato teníamos un barco propio. Pero nos da a firmar otro papel en donde nosotros le vendíamos el barco, le preguntamos que qué es ese papel y nos dice: "¿Me creen tan güey como para regalarles un barco? Están locos: les doy una factura en donde se los estoy vendiendo, y me están firmando otra en donde me lo regresan. ¿A poco creen que se los voy a regalar? Este papel lo uso para cuando se ocupe. No se van a adueñar de mi barco, es nada más para que saquen el permiso". A los armadores de Mazatlán les convenía, porque nosotros les íbamos a cobrar por facturarles un peso por kilo de camarón de exportación. Allá les cobraban más.[11]

Las cooperativas Miguel Hidalgo, Laguna de Cuyutlán, e Independencia, comparten una historia común, porque entraron al programa crediticio del Estado y se mantuvieron dependientes de él y de los armadores. La mayoría de los pescadores no tuvo las herramientas, la libertad, ni la capacitación para enfrentarse al mercado y al cambio de mentalidad que les permitiera adaptarse a las nuevas condiciones. Como resultado de los cambios en las políticas de apoyo al sector, en la legislación respecto a la exclusividad de explotación de algunas especies, y por los problemas de corrupción y económicos ya mencionados, durante la década de los noventa la flota de altura de las cooperativas pasó paulatinamente a manos de la iniciativa privada. Todavía en 1995 las cooperativas colimenses tenían 21 barcos camaroneros, mientras que el sector privado contaba ya con 35 barcos camaroneros y seis escameros. Para el año 2000 las cooperativas ya no tenían embarcaciones para la pesca de altura, mientras que el sector privado tenía registrados 23 barcos camaroneros y 18 para la pesca múltiple.

Los pescadores de la laguna

A la par que los pescadores del mar construían su historia, los de la laguna de Cuyutlán hacían lo propio. Los cuantiosos apoyos económicos que obtuvieron aquéllos no pueden compararse con los que recibieron estos últimos, ya que el tipo de pesca es artesanal y los costos de operación no son los mismos que los de la de altura. Los apoyos brindados a los pescadores de la laguna han sido: créditos para adquirir lanchas, motores y artes de pesca; asesoría para la constitución y el manejo de las cooperativas; apoyo para la construcción d el Tapo experimental que se instaló en el lugar conocido como Ventanas, proyecto en el que participaron cuatro cooperativas;[12] participación de las mujeres pescadoras en un programa de capacitación para trabajar en el mar (Alcalá-Moya, 2003b); construcción del canal de Tepalcates, para incremen-

10. Entrevista realizada el 1 de octubre de 2002 a Arturo Aguilar, en Manzanillo, Colima.

11. Entrevista efectuada por el autor el 13 de marzo de 2003 a Manuel Cabrera, ex miembro de la desaparecida cooperativa Independencia, hoy comerciante de pescado en Manzanillo, Colima.

12. Tapo: trampa fija que interrumpe el libre acceso de los organismos por la boca de una laguna costera.

tar el espejo de agua de la laguna y mejorar su circulación.

Las condiciones frágiles del ecosistema lagunar, los problemas de contaminación y las modificaciones que ha sufrido este cuerpo de agua, han incidido en la forma de vida de los pescadores. Las obras de ingeniería realizadas en la laguna son las siguientes: construcción de compuertas para mantener un volumen de agua determinado para la producción de sal; instalación, en 1900, de la vía del ferrocarril sobre un terraplén que atraviesa la laguna y que sólo cuenta con un puente de cinco metros que sirve de comunicación entre los vasos; construcción en 1937 del túnel que une la bahía de Manzanillo con la laguna para mejorar su circulación; la apertura en 1978 del canal de Ventanas para abastecer de agua a la Termoeléctrica; edificación de un terraplén en 1979 cerca del Cerro del Malecón como parte de las obras de la carretera escénica Manzanillo-Cuyutlán, que afecta la libre circulación del agua entre dos vasos de la laguna; construcción de un bordo de cinco metros de ancho para el vertimiento del producto del dragado de la laguna de San Pedrito en la década de los ochenta, que no fue retirado en su totalidad al finalizar las obras y que afecta la hidrodinámica (Núñez-Fernández, 1982). Y finalmente, la última gran obra hidráulica se concluyó en el año 2000 cuando se abrió el mencionado canal de Tepalcates.

Los conflictos sociales se suman a los problemas físicos y bióticos de la laguna, muchos de los cuales tienen su origen en la población de pescadores libres y en los intereses de cada uno de los grupos organizados. Los pescadores libres propician el incremento del esfuerzo pesquero desmedido y algunos realizan una explotación irracional, porque no respetan tallas, vedas, ni usan las artes de pesca autorizadas, actitud que va en detrimento de las especies acuáticas y de los pescadores que dependen exclusivamente de ellas y que están registrados. Los intereses de grupo no han permitido una relación más estrecha entre los pescadores de la laguna, por lo que no han podido hacer un frente común ante los problemas que a todos les conciernen, no se han puesto de acuerdo sobre la delimitación de las zonas de pesca y, por tanto, no respetan los acuerdos que algunos grupos han realizado, como se ve más adelante.

Los problemas que viven los pescadores de la laguna los han llevado a desarrollar estrategias para seguir viviendo de esta actividad o para alternarla con otras. Por ejemplo, la captura del camarón fue la principal pesquería en la laguna, pero actualmente se encuentra en el peor momento de su historia, por ello el esfuerzo se ha concentrado en especies como la lisa, la jaiba y la mojarra, aun cuando éstas no generan los mismos ingresos que el camarón (Anónimo, 2001).

Si bien los pescadores han experimentado escisiones dentro de sus cooperativas, además de existir conflictos entre ellas por los espacios de captura y por el uso indebido de las artes de pesca, también ha habido momentos en los que han trabajado como grupo. En 1978 se construyó la Termoeléctrica a orillas de la laguna, y su operación aparentemente disminuyó la producción pesquera, ya que, según testimonios de pescadores, absorbe grandes volúmenes de agua para enfriar las turbinas, lo que afecta la profundidad de la laguna y la abundancia de algunas especies, principalmente el camarón, porque succiona gran cantidad de larvas. Ante tal situación los pescadores se unieron para defender sus intereses y en 1998 realizaron un plantón frente al Palacio de Gobierno en Colima con el objetivo de exigir apoyos económicos y soluciones a los problemas que viven, ya que consideran que muchos tienen origen en la operación de la termoeléctrica. Otro acontecimiento que verificó la cohesión de gran parte de los pescadores fue la construcción d el Tapo de Ventanas en 1982, ya que se organizaron para construirlo y además se pusieron de acuerdo para usar el mismo espacio de captura.

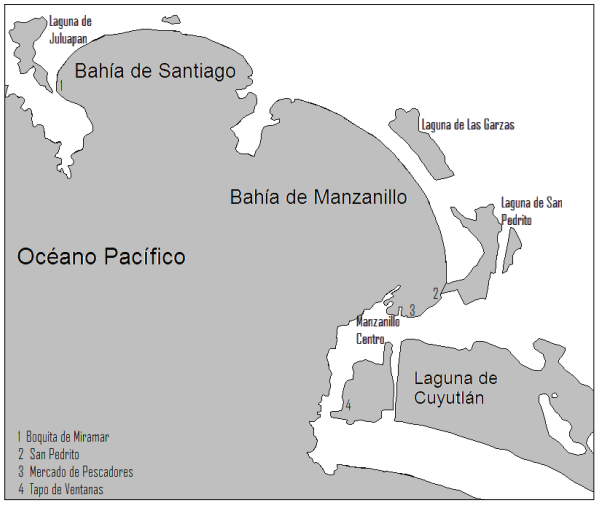
Aunque los pescadores se unieron en esas dos ocasiones con el propósito de obtener beneficios para todos, los problemas interpersonales terminaron por imponerse: durante el plantón realizado en Colima obtuvieron respuestas de las autoridades para darle seguimiento a sus peticiones y una pequeña cantidad de dinero, que fue el origen de divisiones entre ellos por querer manejarla; en el caso de la construcción del Tàpo de Ventanas, que si bien unificó a cuatro cooperativas, pasados cuatro o cinco años en los que se repartieron las ganancias equitativamente, las dificultades y las divisiones surgieron (Ruiz, comunicación personal).[13] No obstante, a pesar de estos problemas algunos pescadores siguen apostando por el trabajo en conjunto y han mantenido la cooperativa que trabaja en el Tapo; así, en el año 2002 un pequeño grupo inició el proyecto de realizar paseos en lancha, tratando de alternar la pesca con los servicios al turismo.

Por otra parte, los pescadores, mantienen diversas estrategias para atenuar el efecto producido por las variaciones en los volúmenes de las capturas así como para regular la intensidad del esfuerzo pesquero. Algunos pescadores del puerto de Manzanillo, por ejemplo, alternan la pesca con el trabajo en algún

13. Candelaria Ruiz-Márquez, dirigente de la cooperativa Jaiba Manzanillera de Manzanillo, Colima.

restaurante que pertenece a su familia o a la cooperativa. Pescadores del mar, como los de la Boquita de Miramar, los de San Pedrito, o los de la laguna de Cuyutlán, ubicados en el Tapo de Ventanas (Fig. 2) han instalado restaurantes para vender pescados y mariscos y así agregarle valor a sus capturas. El pescador sale a pescar en la noche, por ejemplo, y trabaja en el restaurante en el día o entrega el producto a alguien de su familia para que lo prepare; cuando hay mal tiempo y no se puede pescar, alterna la labor de remendar redes o preparar sus artes de pesca con las actividades en el restaurante. Las combinaciones son muy variadas: otros pescadores alternan la pesca con la albañilería, la jardinería, o se emplean por día en diversos trabajos, pero siempre están atentos a las condiciones climáticas o biológicas de las especies en espera de regresar a pescar.

Figura 2
Croquis de los principales lugares de desembarco de los pescadores artesanales de Manzanillo



Estas estrategias están relacionadas con los tiempos que el clima le va marcando para su recuperación y a los cuales éste se adapta: el pescador puede pasar de un trabajo intenso tanto en el agua como en tierra a periodos de "relativa calma", cuando se dedica al mantenimiento de los implementos de pesca, al desfogue por la presión del trabajo en actividades lúdicas, o a otras actividades, en espera de que vuelvan las buenas capturas o la temporada de pesca. Los pescadores y las comunidades a las que pertenecen están regidos por un tiempo meteorológico: las condiciones ideales para realizar la pesca son aleatorias, no tienen una serie de rutinas semejantes a las de otras actividades económicas y, por tanto, su actividad difícilmente se puede organizar con base en un calendario de actividades estrictamente rutinarias. Sin importar los adelantos tecnológicos que ayudan a dominar la naturaleza, la vida de los pescadores, ya sea económica o social, está marcada por los eventos climáticos y biológicos de su ecosistema (Gatti, 1986).

En lo que respecta al comercio, los comerciantes y los permisionarios colimenses y de otros estados, hacen posible que los productos de los pescadores lleguen a los mercados. Ellos han creado un corredor comercial en todo el litoral del Pacífico mexicano, para abastecer los mercados locales y evitar la escasez de productos cuando disminuyen las capturas en las distintas regiones del litoral. Aun cuando se les considere acaparadores o explotadores de los pescadores, causantes de los altos precios del pescado, etc., son los comerciantes o permisionarios quienes se han dado a la tarea de constituir una vasta red comercial entre los mercados para mantenerlos abastecidos. Como el gobierno no ha sido capaz de crear los mecanismos para neutralizar la especulación de los comerciantes, y como los pescadores se han adaptado mejor a las relaciones de contubernio que establecen con ellos, se convierten en un "mal necesario" que forma parte del entramado de vínculos sociales que los actores de la actividad pesquera han tejido.

Tanto los pescadores de la laguna como los del mar han desarrollado estrategias que les permiten seguir explotando los recursos acuáticos. Ellos viven y transforman una cultura particular, que si bien es influenciada por factores económicos, ecológicos y políticos, les sirve para sortear las vicisitudes que se les presentan y para tomar las decisiones que los llevan a construir su propia historia.

Conclusión

La población dedicada a la actividad pesquera en el estado de Colima se ha transformado y adecuado a los diferentes factores que inciden en ella: las condiciones biológicas y meteorológicas (sequías, ciclones o temporadas de lluvias, etc.) del ecosistema y el estado de salud de los recursos pesqueros; la ausencia o presencia de apoyos económicos otorgados por el gobierno en turno; el cambio de las políticas sexenales; un modelo económico que tenía hasta hace unos años la lógica operativa de abastecer a los mercados considerando a los recursos como infinitos y que carecía de reglamentación suficiente; los cambios en la tecnología pesquera; el crecimiento de la población dedicada a la actividad, etcétera.

Es evidente la influencia que han tenido las políticas y los proyectos instrumentados, ya que mientras algunos gobiernos fomentaron una relación paternalista

hacia los pescadores, otros los dejaron "al garete", y es por ello que actualmente no se vislumbran esquemas de trabajo que apunten hacia mejores condiciones de vida para los pescadores. Po otro lado, ellos trataron de llevar a cabo los proyectos y las políticas gubernamentales, sólo así empezaron a figurar en el panorama político y económico, pero los adecuaron a sus necesidades y a sus condiciones particulares.

Al analizar las políticas sexenales y las estadísticas sobre la actividad pesquera se aprecia la correlación que existe entre ellas, pero sólo constituye una parte de la realidad. El analizar la práctica de la actividad y sus vicisitudes permite acercarse a la realidad cotidiana, a partir de la cual debe desprenderse el diálogo para construir las políticas adecuadas y los proyectos que ayuden a mejorar las condiciones de aquellos que la practican. Los pescadores de Colima han tenido la capacidad de adaptarse tanto a las condiciones del ecosistema como a la diversidad de relaciones que establecen con otros grupos sociales. Las leyes o imposiciones de nuevos modelos de trabajo, la lógica de explotación del sistema de mercado y todo aquello que ha sido impuesto desde fuera del contexto de la comunidad, es respetado y adaptado a las pautas de comportamiento locales. Cualquier medida administrativa será transgredida si no guarda una relación respetuosa con las relaciones "lógicas" entre los pescadores y su ecosistema, así como con las relaciones sociales que las hacen posibles y que ellos conocen y practican cotidianamente. Ello no quiere decir que no puedan promoverse cambios para mejorar las condiciones de los pescadores y de las especie-objetivo, pero hay que tener en cuenta lo que sí funciona y el conocimiento local para tomar decisiones.

El desarrollo de la actividad pesquera no sólo está en función de lo que arrojan los números sobre el volumen de la producción pesquera, el uso de tecnología de punta, la infraestructura o las inversiones. Los apoyos o políticas deben construirse con base en el conocimiento del ecosistema tanto del investigador como del pescador; respetar sus formas de adaptarse al mercado y a la libertad de agruparse según sus afinidades; a mantener relaciones sociales particulares y al uso que le da al usufructo de su trabajo. Se debería capacitar al trabajador del sector pesquero conforme a sus necesidades particulares y no de manera homogénea, manteniendo un diálogo de dos vías y no con imposiciones que atiendan a intereses meramente económicos o políticos. El Estado debe enfocarse en dar las garantías que permitan vivir conforme a las ideas y culturas particulares de cada grupo, y no sólo atender a aquellas que coinciden con los modelos gubernamentales y económicos.

Referencias bibliográficas

Alcalá-Moya, M.G. 1999. *Con el agua hasta los aparejos: pescadores y pesquerías en el Soconusco, Chiapas*. ciesas, Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas-Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. México. 210p.

Alcalá-Moya, M.G. 2003a. *Políticas Pesqueras en México (1946-2000)*. El Colegio de México-cicese, El Colegio de Michoacán, México. 106p.

Alcalá-Moya, M.G. 2003b. La pesca: ¿actividad de hombres y mujeres? *Estudios del hombre*, 17: 163-183.

Anónimo. 1994. Nueva Ley de Sociedades Cooperativas. *Diario Oficial de la Federación*, 3 de agosto de 1994. lvi Legislatura-Cámara de Diputados. México. 70p.

Anónimo. 2001. *Informe de ordenamiento ecológico y territorial subcuenca de la laguna de Cuyutlán, Colima*. Consejo de Recursos Minerales, H. Ayuntamiento de Manzanillo del Estado de Colima, UdeC, inp, semarnat-ine. México. 666p.

Aramburu, M. 1942. *La pesca en México*. Secretaría de la Economía Nacional, México. 192p.

Breton, Y. y E. López-Estrada. 1989. *Ciencias sociales y desarrollo de las pesquerías. Modelos y métodos aplicados al caso de México***.** inah. Colección Divulgación, México. 327p.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1995. La pesca ribereña en el estado de Colima. *Estudios Jaliscienses*, 20: 15-25.

Departamento de Pesca. 1980. *Anuario Estadístico de Pesca 1980*. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística, México. 800p.

dof. 1994. Ley General de Sociedades Cooperativas. *Diario Oficial de la Federación*, 3 de agosto de 1994. lvi Legislatura-Cámara de Diputados, México. 70p.

Espino-Barr, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de doctorado. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Colima. 83p.

Gatti, L. 1986. *Los pescadores de México: La vida en un lance.* Cuadernos de la Casa Chata 110. ciesas, Museo Nacional de Culturas Populares, México. 129p.

Inegi. 1995. *Anuario Estadístico de Colima*. Instituto Nacional de Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Colima, México. 334p.

Inegi. 2000. *Anuario Estadístico de Colima*. Instituto Nacional de Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Colima, México. 472p.

Martínez-Guzmán, A. 1993. *El sector pesquero mexicano: 1970-1992. Problemas de estructura y de la acción estatal***.** Tesina de licenciatura. uam-Azcapotzalco, México. 95p.

Núñez-Fernández, M. 1982. *Estudio ictiológico de la laguna de Cuyutlán, Colima, México: Características ambientales y poblacionales*. Tesis maestría. cch, Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y Posgrado, unam, México. 239p.

Rodríguez, R. 1997. *Eduardo Güereña. Platica con...Roberto Rodríguez*. El Colegio de Jalisco, México. 70p.

semarnap. 1996. *Anuario Estadístico de Pesca 1995*. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. 235p.

sepesca. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Secretaría de Pesca. México. 513p.

sepesca. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Secretaría de Pesca, México. 338p.

sepesca. 1992. *Anuario Estadístico de Pesca 1990*. Secretaría de Pesca, México. 127p.

Sierra, C. y J. Sierra. 1977. *Reseña histórica de la Pesca en México (1821-1977).* Departamento de Pesca, sic, México. 95p.

Impacto económico de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva y aspectos relacionados en su manejo en Manzanillo, Colima, durante 1998

Juan Carlos Chávez Comparán[*]
Roberto Enríquez Andrade[**]
Lázaro Aquino Sosa[*]

Resumen

La pesca deportiva de las especies de pico y el dorado es importante en la economía de Manzanillo. Con el objetivo de conocer su rentabilidad económica, su efecto en la economía estatal y algunos aspectos relacionados con el manejo de estos recursos, se aplicó una encuesta dirigida a los prestadores de servicios que rentan embarcaciones, que incluía las características de las lanchas y el viaje de pesca; los costos y beneficios, así como la percepción de un programa de captura y liberación de picudos y de la problemática de la actividad. La flota estaba compuesta por 29 embarcaciones. El precio promedio de un viaje de cinco horas en temporada baja fue de $1 455.00 y en temporada alta de $2 000.00. El beneficio bruto anual de la flota fue de $8 296 800.00; el costo de operación de $2 371 894.00 y el beneficio neto de $5 924 906.00. Los pescadores deportivos generaron un ingreso directo e inducido de $11 947 392. Cuando se incluyeron los gastos colaterales a la pesca, realizados por los pescadores durante su estancia, el monto total fue de $32 890 060.00, por lo que el impacto total en la economía de Colima fue de $47 361 686.00. De los encuestados, 96.6% apoyó un programa de captura y liberación, y la totalidad manifestó que el principal problema de la actividad era la captura incidental e ilegal.

Palabras clave: Pesca deportiva, impacto económico, programa de captura y liberación, Colima, México.

Introducción

La pesca recreativa o deportiva es aquella que se realiza con fines no comerciales y sólo como un medio de distracción y ejercicio físico (SEPESCA, 1991). En México es una de las actividades de esparcimiento que mayores atractivos naturales ofrece ya que nuestro país cuenta con una amplia variedad de especies en sus más de 10 000 kilómetros de litorales, cientos de lagos, ríos y embalses. Asimismo es una actividad que beneficia la economía nacional, debido a las divisas aportadas por quienes la practican, tanto extranjeros como nacionales, y que para 1989 se calcularon en 575 millones de dólares (SEPESCA, 1991). Un estudio de 1991 menciona que 44 678 pescadores deportivos estadunidenses pescaron en las aguas de la península de Baja California 820 000 organismos, con un costo estimado de $79 millones de dólares (Thompson y Gómez, 1992).

Además de los gastos directos realizados por los pescadores deportivos hay repercusiones y efectos, tanto directos como inducidos. Al comprar bienes y servicios, el dinero se transfiere a los operarios de las embarcaciones y algún otro proveedor local de servicios, que a su vez hace compras para proporcionar el bien o servicio que los pescadores solicitan (Ditton *et al*., 1996). Si se extiende más la cadena, los proveedores de la industria turística local también deben hacer gastos para satisfacer sus necesidades y demandas. Por otro lado, se consideran efectos inducidos en la economía, la compra de bienes y servicios que se producen con el dinero generado de salarios de personas, directa e indirectamente relacionadas con la pesca por medio de sus negocios (Rockland, 1989). El gasto y su derrama económica continúan hasta que el dinero deja la economía estatal, al hacerse compras de bienes o servicios fuera de ese ámbito.

Todo ello representa un beneficio para la economía mexicana y ha permitido que la industria de la pesca deportiva sea una de las más valiosas dentro del

* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Correo electrónico: jcchavez@ucol.mx
** Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

sector pesquero (SEPESCA, 1991); a la vez que implica un importante efecto multiplicador en tres secciones de la economía: la turística, por servicios de hotelería, restaurantes, agencias de viajes y transporte; la pesquera por medio de la flota prestadora de servicios, el abasto de insumos e instalaciones portuarias; y la industrial por la fabricación de embarcaciones, equipos y accesorios, la taxidermia y en general la industria conexa.

El crecimiento de la pesca deportiva en México está ligado al desarrollo pesquero y turístico del país. En el Anexo 1 se presenta una sinopsis sobre la evolución de la pesca en México, donde se hace espacial hincapié en las especies reservadas a la pesca deportiva (Tabla 1), como los peces de pico o "picudos". En el caso particular de Manzanillo, la pesca deportivo-recreativa es uno de los atractivos más importantes para el turista que llega a esta ciudad que goza de fama internacional, debido a que en sus aguas se ha capturado el mayor número de ejemplares de pez vela en el menor tiempo, por lo que ha recibido el título de *Capital Mundial del Pez Vela* (INEGI, 1992).

Tabla 1
Especies de peces reservadas a la pesca deportiva que se capturan en Manzanillo, Colima

Nombre común	*Nombre científico*
Marlin azul	*Makaira nigricams*
Marlin negro	*Makaira indica*
Pez vela	*Istiophorus platypterus*
Pez gallo	*Nematistius pectoralis*
Pez dorado	*Coryphaena hippurus*

El uso sustentable de un recurso biológico debe resolver, entre otras cosas, el problema de asignación entre los diferentes actores interesados en su aprovechamiento. En la actual legislación nacional en materia de pesca deportiva, cuya evolución se muestra en el Anexo 1, se reserva una serie de especies para la pesca deportiva, dentro de las 50 mn a partir de la línea de costa, tales como los picudos, el dorado, el gallo y el sábalo (DOF, 1995). Sin embargo, esta actividad representa un problema para la pesca comercial porque durante la captura de tiburón con palangres también se obtiene un volumen considerable de picudos, lo que viola la normatividad oficial (Fundación para la Conservación de los Picudos, 2001).

El presente trabajo tiene como fin proporcionar información que permita conocer la importancia económica de la pesca deportiva y la manera en que beneficia a la economía regional así como la percepción que tienen los operadores de servicios de un programa de captura y liberación, y acerca de la problemática de la pesquería.

Métodos y materiales

La información económica de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva se obtuvo mediante la aplicación de una encuesta a la totalidad de prestadores de servicios de renta de embarcaciones de pesca deportiva que incluía las siguientes preguntas:

a) El número total de viajes que realiza cada una de las embarcaciones de pesca deportiva que operan en Manzanillo, tanto en la temporada de menor demanda o *baja* (mayo a octubre), como en la temporada de mayor actividad o *alta* (noviembre-abril).
b) El precio por estos servicios de embarcación, por hora y viaje de pesca, en las dos temporadas, así como la duración promedio.
c) Las características físicas de las embarcaciones, la antigüedad y los costos de mantenimiento promedio por unidad, incluyendo casco y motor.
d) Se estimó el número promedio de pescadores deportivos por viaje.
e) Se estimó el porcentaje de pescadores que practican la captura y liberación de organismos, la disposición de los prestadores de servicios de pesca deportiva para aceptar un programa de captura y liberación, así como su percepción sobre la obligatoriedad de dicho programa.
f) La percepción que los prestadores de servicios de pesca deportiva tienen acerca de la problemática que enfrenta este sector en Manzanillo.
g) Los costos de insumos necesarios durante un viaje de pesca por embarcación (alimentos, combustible, agua, hielo y carnada).
h) Los costos fiscales y administrativos que realizan las embarcaciones para prestar el servicio durante un año.

A partir de esa información se estimaron los costos totales para un año de operación, de una embarcación y de toda la flota prestadora de servicios turísticos de pesca deportiva; también, se calculó la utilidad bruta, así como los beneficios netos individuales y de la flota en conjunto. Por último, se determinó el efecto económico (directo, indirecto e inducido) que tiene esta actividad con base en la información del INEGI (1997), que incluye el gasto y los días promedio de estancia por turista en el estado de Colima. Se utilizó un multiplicador económico (1.44) empleado por Gillis y Ditton (1998) para la pesca deportiva en el estado de Guerrero, que permite estimar el impacto

económico de cada peso gastado por los pescadores no residentes, asumiendo que las condiciones geográficas son relativamente similares a las del estado de Colima y que el mismo multiplicador ha sido utilizado en el estado de Baja California Sur con el mismo propósito.

Resultados

Características de los prestadores de servicios y de la flota de pesca deportiva

Los prestadores de servicios para la práctica de la pesca deportiva estaban agrupados en organizaciones:

a) Sociedad Cooperativa de Prestadores de Servicios Turísticos de Manzanillo, SCL.
b) Sociedad Cooperativa de Prestadores de Servicios Turísticos Playa de Santiago SCL.
c) Prestadores de Servicios Turísticos Independientes.

La primera flota estaba conformada por 14 embarcaciones; la segunda contaba con tres y los prestadores de servicios turísticos independientes con 12 lanchas, de las cuales cinco pertenecían a prestadores de servicios de origen extranjero. Por lo que en 1998 había un total de 29 embarcaciones dedicadas a esta actividad (Tabla 2).

El número promedio de pescadores deportivos a bordo de cada embarcación por viaje era de 5.7 (±1.1), con un mínimo de cuatro y un máximo de ocho personas. Por lo general, dos tripulantes operan una embarcación, lo que representa un número total de 60 empleos directos y se puede estimar que otras 60 personas le dan mantenimiento a la flota y ofrecen otros servicios a dicha actividad. En promedio, los pescadores deportivos capturaron tres ejemplares por viaje, considerando un intervalo de un pescado como mínimo y nueve como máximo. La solicitud del servicio de pesca deportiva permite delinear con claridad la existencia de dos temporadas: la *baja*, cuando la demanda es menor y que comprende de mayo a octubre y la *alta* de noviembre a abril. El promedio de viajes por semana por embarcación en la temporada baja era de 1.6, y en la alta de 4.4 viajes.

El servicio que se ofrece en la renta de una embarcación se cotiza en horas (por lo general), siendo cinco horas el tiempo promedio calculado por 100% de los prestadores de este servicio. La distancia media recorrida durante un viaje era de 24 mn, considerando una distancia mínima de ocho y una máxima de 40 mn. La antigüedad promedio de la flota de embarcaciones era de 18 años, con un mínimo de un año y un máximo de cuarenta.

Costos y beneficios

El precio promedio por hora de servicio de pesca deportiva era de $291.00 durante la temporada baja, con un mínimo de $200.00 y un máximo de $800.00. En la temporada alta ascendía, en promedio, a $400.00 pesos la hora, tomando en consideración un precio mínimo de $200.00 y un máximo de $1 700.00 (Tabla 3).

El costo promedio del mantenimiento de una embarcación dedicada a este servicio era de $16 931.00 por año con un margen de $5 000.00 como mínimo y un máximo de $50000.00. El cuidado básico de una embarcación comprende la limpieza del casco, pintura y reparaciones menores de fibra de vidrio. El mantenimiento del motor representaba un costo promedio de $6 606.00 por año, considerando un mínimo de $2 000.00 y un máximo de $16 000.00. En cuanto a los

Tabla 2
Características de las embarcaciones que prestaban el servicio de pesca deportiva en Manzanillo, Colima (1998)

	Eslora (pies)	*Eslora (m)*	*Manga (pies)*	*Manga (m)*	*Antigüedad (años)*	*Potencia (hp)*
Promedio	33.45	10.20	10.03	3.06	18	191
Máximo	46.00	14.02	19.00	5.79	40	453
Mínimo	26.00	7.92	6.00	1.83	1	80
Desviación estándar	4.77	1.45	2.87	0.88	9	105

Tabla 3
Precio promedio del servicio de pesca deportiva en Manzanillo, Colima (1998)

Temporada	*Precio promedio por hora (pesos)*	*Desviación estándar*	*Horas*	*Precio por viaje (pesos)*
Baja	291.00	137	5	1 455.00
Alta	400.00	283	5	2 000.00

costos fijos anuales (que incluyen pagos fiscales y gastos administrativos) la suma era de $9 173.00, en promedio. Por último, el beneficio bruto promedio anual por embarcación obtenido a partir del precio por viaje multiplicado por el número de viajes realizados, tanto en temporada baja como alta, era de $286 096.00. Los costos promedio, tanto fijos como variables, de una embarcación eran de $81 789.00, por lo que el beneficio neto promedio anual por embarcación era de $204 307.00. Por otro lado, dado que la flota obtuvo un beneficio bruto anual de $8 296 800.00 y su costo total anual flota fue estimado en $2 371 894.00, el beneficio neto fue de $5 924 906.00.

Rentabilidad de la flota de pesca deportiva de Manzanillo

Para obtener este dato se consideraron diversos factores, como el precio promedio de un viaje de pesca deportiva en temporada baja, que era de $1 455 pesos, y en temporada alta de $2 000 pesos. El costo promedio de operación de una embarcación (combustibles y otros insumos, por cinco horas de viaje), estimado en $327 pesos, mientras que el costo promedio total del mantenimiento (casco más los motores) en $23 537.00. Por último, los costos promedios anuales fiscales y administrativos por embarcación que ascendieron a $9 173.00, incluido el pago de los derechos de la unidad, derechos de pesca y otros.

A partir de estos datos, el beneficio bruto anual del total de la flota fue estimado en $8 296 800.00, si se descuentan los costos de operación y de mantenimiento, los prestadores de servicios de la renta de embarcaciones obtuvieron un beneficio neto anual de $5 924 906.00. El beneficio neto promedio anual por embarcación fue de $204 307.00, considerando un mínimo de $35 107.00 y un máximo de $881 206.00. De esta manera se considera que la renta de embarcaciones para la pesca deportiva en Manzanillo era un negocio con rentabilidad económica.

Impacto económico de la pesca deportiva

Como ya se mencionó, los efectos económicos asociados al uso recreativo del recurso de picudos en la economía de Manzanillo, se calcularon con base en el multiplicador económico de 1.44 empleado por Gillis y Ditton (1998), de lo cual resulta que los $8 296 800.00 obtenidos de los gastos relacionados con la pesca deportiva, tuvieron un impacto de $11 947 392.00 en la economía del estado.

Si se toma en cuenta el número de viajes por semana que realiza cada embarcación (temporadas alta y baja), se puede estimar que la flota realizó en total 4 176 viajes al año. El número promedio de pescadores deportivos en cada viaje se calculó en 5.7 personas, lo que da un aproximado de 23 803 para en 1998 en Manzanillo (esta cifra no incluye a los pescadores deportivos que realizaron dicha actividad en embarcaciones propias).

De acuerdo con el INEGI (1997), el gasto promedio por turista en Manzanillo era de $287.00 pesos por día (incluyendo el pago de hospedaje y otros rubros, no relativos a la pesca deportiva), con un promedio de estancia de 3.6 días. Si se supone que 23 803 pescadores deportivos visitaron Manzanillo en 1998, esto da un gasto total por día de $6 831 461.00. Si cada pescador deportivo foráneo permanecía en Manzanillo un promedio de 3.6 días, el gasto total no relativo a la pesca deportiva estimado era de $24 593 260.00, con un impacto económico de $35 414 294.00 pesos. Cuando se incluyen los gastos por pesca deportiva ($8 296 800.00), se obtiene un total de $ 32 890 060.00 pesos, cifra que representa un impacto económico directo e inducido de $47 361 686.00 pesos en la economía del estado (Tabla 4).

La cifra total que aquí se presenta, relativa al impacto económico total generado, tanto por los gastos derivados de la pesca deportiva, como por los no relacionados, no incluye el valor que los pescadores deportivos le dan a la experiencia de la pesca, más allá de lo que los clientes pagan (excedente del consumidor). En 1997 el gasto realizado por los turistas que visitaron el estado de Colima fue de aproximadamente $1 224 507 300.00 pesos (INEGI, 1997), lo que correspondió a 2.68%, sí se toma en cuenta sólo el gasto estimado en este estudio. Esta cifra tiene relevancia si se considera que de los 718 792 turistas que visitaron Manzanillo ese año, sólo alrededor de

Tabla 4
Impacto económico de la pesca deportiva en Manzanillo, Colima

Concepto	*Directo (pesos)*	*Indirecto e inducido (pesos)*
Gastos generados por la pesca deportiva	8 296 800.00	11 947 392.00
Gastos no relativos a la pesca deportiva	24 593 260.00	35 414 294.00
Total	*32 890 060.00*	*47 361 686.00*

23 803 requirieron los servicios de pesca deportiva, lo que corresponde a 3.31% de los visitantes.

Captura y liberación de organismos

El porcentaje de pescadores deportivos que practicaba la captura y liberación de peces, era de 39%. En cuanto a la percepción por parte de los prestadores de servicios acerca de promover un programa de este tipo con relación a los picudos y especies afines, se puede afirmar que era positiva en lo general, ya que 96.6% estuvo de acuerdo. Sobre la obligatoriedad de la instrumentación de dicho programa, 55.2% contestó que debería ser voluntario y 41.4%, que debería ser obligatorio.

Problemática de la pesca deportiva

Se consultó a los prestadores de este servicio acerca de su percepción sobre el principal problema que enfrenta la pesca deportiva. De los entrevistados, 90% consideró que el único inconveniente eran los pescadores comerciales que utilizan el palangre ya que, según ellos, depredan a las especies reservadas a la pesca deportiva. Con relación a esta problemática, 96.6% de los prestadores de servicios se manifestó en contra de la pesca comercial de picudos y únicamente 3.4% estuvo a favor. Con relación a la ley que regula esta actividad, la totalidad de los encuestados estuvo de acuerdo con lo establecido en la NOM-017-PESC-1994.

Discusión

Desde la década de los años cuarenta se inició en Manzanillo el negocio de renta de embarcaciones para la pesca deportiva debido a que, por su situación geográfica, hay gran cantidad de recursos pesqueros que es posible aprovechar con este propósito, tales como el marlin, el dorado y, en especial, el pez vela.

La prestación de servicios de pesca deportiva ha coadyuvado a la generación de empleos, con una cifra que en 1998 ascendía a aproximadamente 60 empleos directos y 60 indirectos. Asimismo, esta actividad favorece la captación de ingresos foráneos en favor de la economía local y regional por medio de los servicios de hotelería, restaurantes, agencias de viajes, promotores y transportación. Existe también una gama de actividades de comercio, constituida por la renta de bienes y la prestación de servicios diversos demandados tanto por los pescadores que rentan, como por los que visitan Manzanillo con sus propias embarcaciones, que da lugar a una importante derrama económica directa en la localidad.

Sin embargo, todos los beneficios económicos asociados a la pesca deportiva de picudos se verían en riesgo si se presenta una reducción, tanto en la abundancia como en la captura por unidad de esfuerzo. Por el contrario, dichos beneficios podrían incrementarse si las políticas se encaminaran a la promoción de una alta calidad en la pesca deportiva (Ditton *et al*., 1996).

El Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo ha realizado una serie de estudios sobre el recurso destinado a la pesca deportiva, en los que se menciona que la población del pez vela está en "equilibrio" y que, por tanto, de acuerdo con el volumen de aprovechamiento, el recurso está subutilizado (Macías-Zamora, 1992; Macías-Zamora *et al.*, 2005). Esta afirmación ha propiciado que se incremente la solicitud de permisos para la pesca comercial de este recurso, así como una lucha constante entre la pesca deportiva y la comercial. Empero, los prestadores de servicio de pesca deportiva, pescadores deportivos individuales y el Club Deportivo de Pesca Manzanillo AC, argumentan que observan una merma considerable de las poblaciones de picudos porque el tiempo requerido para capturar un picudo va en aumento; por ello se oponen categóricamente a una modificación de la Ley Federal de Pesca que permita la explotación de estos recursos por la pesca comercial.

Percepción de un programa de captura y liberación de picudos

La sociedad mexicana cada vez tiene más conciencia de la necesidad de conservar la biodiversidad. De tal manera que cada vez es menos aceptable, desde el punto de vista moral y ético, para algunos sectores de la sociedad, el matar animales silvestres. En el caso de los picudos y otros peces reservados a la pesca deportiva, los pescadores deportivos promueven prácticas de conservación, como es la captura y liberación de los peces. En este sentido, en el ámbito internacional existen organismos como The Billfish Foundation, con sede en Estados Unidos, que impulsa este tipo de programas (Ditton *et al.*, 1996).

El resultado de la encuesta realizada mostró que 96.6% de los prestadores de servicios de pesca deportiva apoya la aplicación de un programa de captura y liberación. No obstante, 55.2% cree que debe ser de carácter voluntario y no obligatorio, ya que algunos clientes desean quedarse con los ejemplares. Los prestadores están de acuerdo en que si el programa fuera obligatorio, debería contemplarse la posibili-

dad de poder conservar uno o dos organismos, como máximo, de las especies reservadas a la pesca deportiva. En contraste, en la costa Este de Estados Unidos los prestadores de servicios turísticos consideran como inaceptable la práctica de capturar ejemplares y quedarse con ellos (Holland *et al*., 1998).

Esta toma de conciencia es un paso importante en lo que al aprovechamiento y la conservación de los recursos pesqueros se refiere, porque sugiere que ha cambiado el enfoque tradicional de la pesca deportiva, de capturar y retener a los ejemplares ocasionando su consiguiente mortalidad. Es así, que se debería canalizar hacia la promoción de un desarrollo sustentable de los recursos. Para materializar esta idea es necesario que las autoridades municipales, estatales y federales se coordinen con todos los sectores involucrados para establecer un programa de captura y liberación de las especies destinadas a la pesca deportiva que otorgase incentivos, como certificados o reconocimientos (diplomas), como medios de motivación para quienes practican esta actividad. Ya se ha visto que este tipo de programas es muy bien recibido y puesto en práctica por los pescadores deportivos en Estados Unidos (Holland *et al*., 1998; Glass *et al*., 1995), además de que se puede aprovechar para establecer un sistema de marcado para los picudos que facilite el acopio de datos para el estudio biológico de los recursos. La importancia de este último punto radica en que representaría un incremento en el beneficio social en el área de estudio, paralelo a la oportunidad de pescar picudos en ese lugar.

Los resultados de esta investigación dan una idea de las condiciones de esta actividad en el ámbito económico durante el año 1998 (la paridad peso-dólar en el 1998 era $10 pesos por dólar; en el año 2006 llegó a $12.00 por dólar), que siguen siendo válidas para 2006. Es decir, no se ha incrementado de manera importante el número de prestadores de servicios turísticos en la pesca deportiva y, si bien la inflación (que en México es un factor importante) ha afectado el precio de los insumos básicos de esta actividad, sobre todo de los combustibles, el costo de estos servicios también ha aumentado en la misma proporción. La problemática percibida en 1998 y la presente en 2006 son muy similares, ya que el encono entre pescadores deportivos y pescadores comerciales persiste y aún no se ha modificado la reglamentación oficial en esta materia.

Conclusiones

Los actores beneficiados con la prestación de servicios de renta de embarcaciones para la pesca deportiva son las 29 personas que ofertan sus embarcaciones a los usuarios nacionales e internacionales que visitaron Manzanillo durante 1998 (aproximadamente 23 803 pescadores deportivos). La percepción que tienen estos prestadores de servicios con respecto a establecer un programa de captura y liberación de las especies reservadas a la pesca deportiva fue positiva, ya que 96.6 % de ellos estuvo de acuerdo en apoyarlo. Sin embargo, 55.1% opinó que, de existir, debería tener la calidad de voluntario. Es primordial que las autoridades en conjunto con los sectores involucrados en el desarrollo de la pesca deportiva lleven a cabo un programa de esta naturaleza con el fin de motivar la participación de la sociedad en la conservación de las especies, además de que puede ser aprovechado para ampliar los estudios biológicos de las especies con un programa paralelo de marcado-recaptura.

La problemática principal que enfrenta la pesca deportiva, según la opinión de los prestadores de servicios de renta de embarcaciones, es la pesca comercial de picudos y especies afines por lo que es necesario que autoridades competentes tomen cartas en el asunto para la solución de este problema social y económico.

El costo promedio del mantenimiento de una embarcación en Manzanillo (incluye limpieza, pintura del casco, reparaciones menores de fibra de vidrio y el mantenimiento del motor) fue de $23 537.00 por año. Estas embarcaciones tenían una antigüedad media de 18 años de servicio. El pago promedio de impuestos de una embarcación para la prestación del servicio fue de $9 176.00 pesos, incluyendo pagos fiscales y gastos administrativos. El costo total anual de operación de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva fue estimado en $ 2 371 894.00.

La actividad de la prestación del servicio en la renta de embarcaciones para la pesca deportiva en el puerto de Manzanillo, fue redituable, ya que en 1998 alcanzó un beneficio bruto anual de $8 296 800.00 pesos que, a su vez, tuvo un efecto económico directo e inducido en la economía de Manzanillo de $11 947 392.00. Descontando los costos de operación, mantenimiento y fiscales, redunda en un beneficio neto anual total de $5 924 906.00. Esta actividad genera aproximadamente 60 empleos directos a personas que operan las embarcaciones y alrededor de otros 60 empleos indirectos de las personas que proporcionan el mantenimiento a las embarcaciones y se dedican a la construcción de otras con este mismo fin.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) su apoyo financiero a este estudio me-

diante al proyecto denominado Valoración Económica de la Pesca Recreativa del Pez Vela (*Istiophorus platypterus*) en Manzanillo, Colima, con clave 3742P-S.

Referencias bibliográficas

DITTON, R.B., S.R. Grimes y L.D. Finkelstein. 1996. *A social and economic study of the recreational billfish fishery in the Southern Baja Region of Mexico.* Report for The Billfish Foundation, Ft. Lauderdale Fl. 47p.

DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994. Para regular las actividades de pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación,* 9 de mayo de 1995.

FUNDACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS PICUDOS. 2001. *Informe sobre las artes de pesca altamente destructivas, palangres (o cimbras), redes de agallar y agregadotes (FADS) en el Pacífico Mexicano*. Fundación para la Conservación de los Picudos AC. Documento dirigido a la H. Cámara de Diputados de la LVIII Legislatura. 15p.

GILLIS, K.S. y R.B. Ditton. 1998. Comparing tournament and non-tournament recreational billfish anglers to examine the efficacy of hosting competitive billfish angling events in Southern Baja, Mexico. *Festival Management and Event Tourism*, 5: 147-158.

GLASS, R.J., T.A. More y R. Zwick. 1995. Public acceptance for hunting, fishing and trapping in Vermont. *Northeast Wildlife*, 52: 77-92.

HOLLAND, S.M., R.B. Ditton y R.A. Graefe. 1998. An ecotourism perspective on billfish fisheries. *Journal of Sustainable Tourism*, 6: 1-20.

INEGI. 1992. *Guía turística de Manzanillo, Colima*. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática, México. 74p.

INEGI. 1997. *Anuario estadístico del estado de Colima.* Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática, México. 446p.

MACÍAS-ZAMORA, R. 1992. *Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (*Istiophorus platypterus*) en el Pacífico Mexicano*. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz. 71p.

MACÍAS-ZAMORA, R., A.L. Vidaurri-Sotelo y A. Olivos-Ortiz. 2005. El Niño effects on sport fishing in the Mexican Pacific Ocean between 1954 and 2001. *Journal of Biological Sciences,* 5(5): 584-589.

ROCKLAND, D.B. 1989. Socio-economic information needs. En: R.H. Stroud (ed.). *Planning the future of billfishes. Part 1: Fishery and stock synopses, data needs and management.* Marine Recreational Fisheries 13. Proceedings of the Second International Billfish Symposium, Kailua-Kona, HI. National Coalition for Marine Conservation, Savannah, Georgia. 361p.

SEPESCA. 1991. *Fomento y modernización de la pesca deportiva-recreativa.* Secretaría de Pesca, México. 63p.

SOSA-NISHIZAKI, O. 1998. Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas,* 24(I): 95-111.

THOMSON, C.J. y S.I. Gómez. 1992. Results of the Mexican sportfish economic survey. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-173, EU. 278p.

Anexo 1

Sinopsis de la evolución de la pesca deportiva en México.
Desarrollo y manejo de la pesquería de picudos en el Pacífico mexicano

Año	*Acontecimiento sobresaliente*
1900	Inicia el desarrollo de la Industria de la Pesca Deportiva.
1935	México decidió especificar el límite de sus aguas territoriales a las nueve millas marinas por conducto de la nueva Ley de Bienes Inmuebles de la Nación.
1936	Con la terminación de la extensión del ferrocarril desde la frontera de México con Estados Unidos, se permitió el fácil acceso de los pescadores deportivos de California y esta nueva industria comenzó a desarrollarse en México.
1937	El Departamento Forestal de Caza y Pesca estableció por primera vez un sistema de permisos para la pesca deportiva.
1950	Lugares famosos para el turismo como Acapulco, La Paz, Mazatlán, Cabo San Lucas, Puerto Vallarta, Manzanillo y Zihuatanejo empezaron a desarrollarse contando con la pesca de picudos como una de sus atracciones.
1960	Inicio de la pesca comercial de picudos en aguas mexicanas.
1963	La pesquería atunera palangrera japonesa que llegó a aguas mexicanas, encontró altas concentraciones de pez vela en el Golfo de Tehuantepec y pez espada, pez vela, marlin rayado, negro y azul frente a la península de Baja California. Los pescadores deportivos comenzaron a ser antagonistas de los pescadores comerciales.
1969	México extendió su mar territorial hasta el límite de las 12 millas náuticas con la modificación de las leyes de Bienes Nacionales, salvaguardando los acuerdos pesqueros con Estados Unidos y Japón, los cuales continuaban vigentes.
1972	Los esfuerzos de cabildeo de la industria de la pesca deportiva tuvieron éxito y dentro de la nueva Ley de Pesca se designó a los marlines, pez vela, sábalo, pez gallo y dorado como especies reservadas para la pesca deportiva. El acuerdo con Japón se finiquitó ya que la gran mayoría de sus actividades pesqueras tenía como objetivo la pesca de marlines y vela en aguas territoriales mexicanas.
1976	México decidió incorporar en su Legislación Constitucional la definición de una zona económica de 200 millas náuticas al modificar el Artículo 27, para ejercer su soberanía dentro de su Zona Económica Exclusiva (ZEE). La explotación comercial de los recursos pesqueros sólo podría ser realizada por compañías mexicanas. El gobierno mexicano permitió la creación de compañías de co-inversión. Se crearon diez compañías con intereses mexicanos y japoneses o de Taiwán para realizar pesca exploratoria con palangres dentro de la ZEE.
1980	Los primeros permisos para la pesca exploratoria de atún y tiburón fueron autorizados previendo una captura incidental de picudos. Los permisos permitían pescar dentro de la ZEE pero fuera del perímetro de 30 millas náuticas.

Año	*Acontecimiento sobresaliente*
1981	Se lanzaron 2.8 millones de anzuelos en la ZEE que produjeron una captura de picudos de 53 826 individuos.
1983	Debido a la influencia del cabildeo por parte de la pesquería deportiva se estableció una zona reservada para la pesca deportiva, desde la línea de costa hasta las 50 millas náuticas (modificación de la Ley de Pesca de 1976).
1984	Como resultado de los diversos incumplimientos por parte de los permisionarios de pesca comercial, se publicó una modificación más clara del Artículo, que definía la pesca deportiva como aquella para recreación solamente, sin ningún beneficio económico. Se reforzó el concepto de especies reservadas para la pesca deportiva que incluían en esta ocasión al pez espada. Para la pesca comercial esta modificación permitía una captura incidental de especies reservadas a la pesca deportiva, si bien se establecía que sólo podían ser vendidas a revendedores de productos pesqueros oficiales. Se prohibía la utilización de redes agalleras con longitud mayor a los dos kilómetros y de palangres dentro de la zona reservada para la pesca deportiva; por esta última medida, el Golfo de California fue esencialmente cerrado a las actividades con dichas artes de pesca.
1984-85	No se extendieron permisos de pesca para operar dentro de la ZEE mexicana y ningún palangrero de las compañías de coinversión pescó en ese periodo debido a las presiones políticas para parar la pesca de picudos por medio de palangres a lo largo de la costa del Pacífico.
1986	Se estableció que las especies reservadas para la pesca deportiva podían ser capturadas fuera de las 50 millas sólo por embarcaciones comerciales mexicanas (artículo 40). Se permitió una nueva pesquería doméstica exclusiva de picudos.
1987	Se publica un acuerdo para la pesca de picudos dentro de la ZEE mexicana del Pacífico. Se mantiene como zona reservada hasta 50 millas náuticas. El acuerdo establece como zonas de protección de picudos (y en donde la pesca comercial también fue prohibida) las siguientes: *1)* Golfo de Tehuantepec; *2)* Sur de la Península de Baja California determinados con base en la vulnerabilidad de zonas y áreas de reproducción de picudos; *3)* La pesca comercial de velas y marlines podía realizarse con palangres con un máximo de 2 000 anzuelos por lance y la del pez espada por redes agalleras.
1988	La pesquería palangrera doméstica lanzó un total de 6.7 millones de anzuelos, lo que produjo una captura de 71 85 individuos, los valores más altos de esfuerzo y captura del periodo 1980-1989.
1990-1998	Se intensifica el conflicto entre pescadores deportivos y los comerciales. A finales de 1998 se publicó una nueva Ley Federal de Pesca que seguía considerando la zona de 50 millas náuticas reservada a la pesca deportiva a lo largo de la línea de costa y con las especies reservadas para la pesca deportiva.
1990	SEPESCA canceló todos los permisos de palangre dedicados exclusivamente a la pesca de picudos. Existen aún permisos de pesca de tiburón y atún con palangres con los que se capturan incidentalmente picudos (principalmente velas). Sólo la pesca comercial con redes agalleras para el pez espada continúa permitida en el Pacífico mexicano.
1991	SEPESCA da a conocer su Plan de Fomento y Modernización de la Pesca Deportiva-Recreativa, con el objetivo de "incrementar el desarrollo de esta pesquería y consolidar su infraestructura". Se publica un acuerdo para la regulación de la pesca deportiva donde se establece que cada pescador deportivo requiere un permiso que determina los límites de captura siendo el máximo un marlin, pez vela o pez espada por día.
1992	Dentro de la nueva Ley de Pesca, y su reglamento, se dedica un capítulo completo (Capítulo VIII) a la pesca deportiva-recreativa. La pesca deportiva alcanzó su actual nivel de reconocimiento como una actividad pesquera importante después de casi 60 años de desarrollo.
1995	Aparece una nueva figura legal, la Norma Oficial Mexicana (NOM), para la regulación de la pesquería deportiva-recreativa, la cual derogaba el acuerdo de regulación de 1991. NOM-PESC-1993. Dentro de la Norma no hubo ningún cambio de regulación para la pesca de picudos respecto a lo establecido en 1991.

Fuente: modificado de Sosa-Nishizaki (1998)

La Pesca Ribereña: Descripción, problemática y alternativas para su manejo

Alfredo González Becerril[*]
Elaine Espino Barr[**]
Arturo Ruiz Luna[***]
Mirna Cruz Romero[**]

Resumen

Se realizó una investigación de la bibliografía publicada entre 1992 y 2003 sobre tres aspectos de las pesquerías ribereñas, como su evaluación, su ordenamiento y su manejo, para valorar su importancia y describir la problemática, las características, la economía, las estrategias de manejo y los aspectos tecnológicos. Los objetivos del análisis fueron resumir los conocimientos acerca del manejo pesquero y estructurar un marco conceptual teórico de referencia. Se analizaron distintos enfoques de uso, estudio y manejo de la pesca ribereña alrededor del mundo; se acotaron la discusión y las conclusiones a la pesca artesanal en Latinoamérica y de manera particular, para México.

Palabras clave: Pesca ribereña, aspectos biológico-pesqueros, aspectos socioeconómicos, pesquería, aspectos tecnológicos, planes de manejo.

Introducción

La actividad de pesca que se realiza en las inmediaciones de la zona costera o en las riberas de los cuerpos de agua continentales, se ha denominado tradicionalmente como pesca ribereña, artesanal o de pequeña escala. Sin embargo, aunque se reconoce su importancia, no está definida en la legislación pesquera nacional y, por tanto, se integra marginalmente a los programas de desarrollo. Es común que esta actividad se asocie a sistemas extractivos escasamente tecnificados y de bajo impacto ambiental, aunque dadas las condiciones en las que operan algunas flotas de este sector (uso de venenos y explosivos), estas características son discutibles.

El análisis de la pesca artesanal requiere integrar el estudio de los aspectos biológicos del recurso con el de los factores socio-económicos y las políticas institucionales que afectan el comportamiento de los pescadores, así como de otros grupos sociales y sectores involucrados. Por otro lado, la complejidad del análisis de la pesca artesanal es mayor que la de otras actividades de extracción de recursos naturales, ya que es muy grande la diversidad de especies susceptibles de explotarse, de artes[1] y métodos de pesca, así como de grupos sociales involucrados.

En México y otros países, los derechos de explotación de los recursos asociados a esta actividad están definidos por cuatro tipos de régimen de propiedad: estatal, privado, común y de acceso abierto. Este último, en el que cualquier miembro de la sociedad puede obtener el recurso por apropiación directa, es el más común en nuestro país, pero genera altos costos de exclusión (Seijo, 1993) porque el usuario no pierde la oportunidad de capturar de forma inmediata el recurso disponible, sin que pondere la posibilidad de obtener mayor volumen de captura o mayor valor económico en el futuro, mediante un manejo del esfuerzo de pesca. La *administración* del sistema se basa entonces en múltiples decisiones individuales y unila-

* CIBNOR, Mar Bermejo 195; Col. Playa Palo de Santa Rita; AP. 128; La Paz, B.C.S., México, 23090. Tel: 01 612 12536 33 ext 3253: Fax: 01 612 327 55. Correo electrónico: alfredog@cibnor.mx

** CRIP-Manzanillo, INP; Playa Ventanas s/n; Manzanillo, Colima, 28200, México; Tel: 01 314 332 3750. Correo electrónico: elespino@gmail.com

*** CIAD- Mazatlán, Sábalo Cerritos s/n; Estero del Yugo; Mazatlán, Sinaloa, 82010, México. Tel: 01 669 988 0157; Fax: 01 669 988 0159. Correo electrónico: arluna@victoria.ciad.mx

1. Los artes de pesca son un conjunto de equipos y accesorios diseñados para la captura y extracción de los animales en cultivo de su medio acuático. Existen diferentes tipos de artes como son las redes, chinchorros, trampas, nasas, atarrayas, anzuelos, etc. Tomado de *http://www1.cubamar.cu/acuicultura/artepesca.htm*.

terales, en lugar de lograr el consenso de los interesados o el control derivado de propuestas generales. Para resolver este problema se han adoptado diversas políticas, tales como: privatización del recurso con asignación de cuotas individuales; intervención estatal con regulación de tallas, composición de la captura e intensidad del esfuerzo; adopción de sistemas de manejo de recursos regulados por la comunidad, y la combinación de todos ellos (Seijo *et al.*, 1997). Dada la complejidad y la magnitud del reto que implica la administración de la pesca ribereña, en el presente estudio se revisan diversas propuestas de manejo que incorporan una o varias de las medidas utilizadas en diversas partes del mundo y que se consideran los resultados derivados de cada experiencia, con la intención de proponer lineamientos generales de apoyo al manejo de la pesca artesanal.

Con este propósito se presenta una descripción de la actividad, de los aspectos biológico- pesqueros del recurso, así como de las características socioeconómicas de la actividad. Con ello se pretende clasificar la problemática, las alternativas de solución, así como las medidas de control que puedan adaptarse a la compleja diversidad de condiciones que caracterizan a la pesca ribereña nacional.

Descripción de la actividad

Aunque existen diversas opiniones sobre las características que definen la pesca artesanal, hay pocas dudas acerca de que es una actividad situada entre la pesca industrial, o de gran escala, y la de subsistencia. En el primer caso, la producción es elevada, está dirigida hacia mercados de consumo masivo y los productos normalmente son objeto de transformación. En el otro extremo, la pesca de subsistencia se caracteriza por una producción reducida, que normalmente es consumida por el pescador y su familia y que sólo ocasionalmente es comercializada.

No obstante, la relevancia económica y social de la pesca ribereña es grande. Allsopp (1989) señala que las familias de alrededor de 25 millones de pescadores en el mundo dependen de la pesca ribereña, mientras que Berkes *et al*. (2001) consideran que 50 de los 51 millones de personas asociadas a la pesca (a los que denominan *fishers*), se dedican a la extracción ribereña y producen más de la mitad de los 98 millones de toneladas obtenidas en ambientes marinos.

El aporte de esta actividad a la captura total es siempre importante y aunque cambia de región en región, mantiene proporciones elevadas (FAO, 2004), variables entre 45% y 99%, con un promedio mayor a 70% de la captura total (Tabla 1).

La situación de la pesca artesanal varía de acuerdo con la localidad y la situación socioeconómica (Panayotou, 1983; Berkes y Pocock, 1990; Lobato-González, 1996). La revisión de los componentes de la pesca artesanal alrededor del mundo muestra que es imposible generalizar sus características, aunque es común que la mayoría de las especies objetivo se encuentre sobreexplotada, que la rentabilidad económica de la actividad sea baja, que el sector social esté desprotegido y que carezca de apoyo gubernamental. También es frecuente que el desarrollo de la infraestructura pesquera sea escaso y la flota pesquera poco eficiente, porque generalmente está formada por embarcaciones pequeñas, menores de 10 toneladas de registro bruto (TRB), de autonomía limitada, que carecen de dispositivos de comunicaciones y navegación (Chung, 1994). En este sentido, la FAO (2004) indica que más de 60% del total de la flota mundial presenta particularidades asociadas con esta actividad, entre

Tabla 1
Porcentaje de captura de la pesca ribereña con respecto a la captura total en diferentes países y regiones del mundo

Autor	*País o región*	*Porcentaje de importancia*
Espino-Barr *et al.* (2003 a)	**Costa de Jalisco, México**	**100**
Katonda y Kalangali (1994)	Lago Tanganyika, Congo	99
Mazid (1994)	Bangladesh	95
de Sousa (1988)	Kenia	92
Cruz-Romero *et al.* (1995)	**Colima, México**	**85**
Berkes (1990)	Norte de Canadá	84
Wahyono (1994)	Indonesia	80
Williams-James (1988)	Madagascar	67
Silva y Sousa (1988)	Brasil	67
Samboo y Mauree (1988)	Madagascar	63
Fuentes-Castellanos (1996)	**México**	**65**
Biais y Taquet (1988)	Mauritania	58
Montreuil *et al*. (1990)	Amazonia Peruana	45

las que destaca la presencia de embarcaciones descubiertas y sin motor.

Los artes de pesca son poco tecnificados y de bajo costo (Munro y Smith, 1984) en casi todo el mundo, con la excepción de algunos países europeos (Alcalá-Moya, 1999). Cabe agregar que con la finalidad que su actividad sea rentable, algunos pescadores aplican métodos que pudieran tener elevada capacidad destructiva e incluso utilizan técnicas ilegales (Aarnink *et al.,* 1993). También hay casos en que existe interacción tecnológica y biológica (por medio de la venta de redes y carnada, por ejemplo) de la flota de pesca industrial o de mayor escala con las flotas artesanales (Djama, 1993).

En Latinoamérica prevalecen estas características (Arriaga, 1987; Buzeta *et al*., 1989; Gallardo *et al.,* 1993; Cruz-Romero *et al*., 1995), lo que da como resultado condiciones de pobreza para las personas que se dedican a esta actividad. La baja calidad de vida se manifiesta en la carencia de un sistema habitacional permanente, condiciones sanitarias deficientes, niveles bajos de educación, escolaridad e ingresos, retraso tecnológico, marginalidad cultural y desarticulación con respecto al resto de la economía nacional (Agüero, 1992).

Fuentes-Castellanos (1991, 1996) señala que en México la pesca ribereña aporta 18.5% de la captura y 65% de la producción destinada al consumo humano directo, proporción que representa 80% del valor económico de este rubro. Este autor indica que 85% de los pescadores del país y 90% de las embarcaciones registradas pertenecen a este sector. Por otro lado, esta actividad se lleva a cabo con artes y métodos de pesca tradicionales y es realizada por uno de los grupos sociales más desprotegidos del país, ya que la mayoría de los pescadores carece de servicios adecuados, infraestructura (embarcaderos, bodegas, cuartos fríos, etc.) y seguridad social (Cruz-Romero *et al*., 1991). Agüero (1992) también menciona la falta de sistemas e infraestructura para la comercialización y el abastecimiento de insumos, así como la deficiente organización social e institucional para la transferencia tecnológica, la canalización financiera, la capacitación laboral y la promoción del desarrollo sectorial. Este autor considera que los sistemas de administración y manejo de los recursos costeros son inadecuados y hace mención de la ausencia de datos estadísticos e información científica de los diversos aspectos que componen las pesquerías ribereñas. Ruiz-Luna y Berlanga (2001) señalan la carencia de información confiable y actualizada sobre la producción de la pesca artesanal en la región Noroeste de México, situación que es un reflejo de la que prevalece en el resto del país y que cobra especial relevancia si se considera que ésa es una de las regiones más desarrolladas dentro del ámbito pesquero.

Aspectos biológico-pesqueros involucrados en la pesca artesanal

La gran diversidad de especies involucradas es un problema medular en el estudio biológico-pesquero de las pesquerías ribereñas. Por ejemplo, Madrid-Vera (1999) identificó más de 250 especies susceptibles de ser capturadas en el Pacífico central mexicano. Espino-Barr *et al.* (2003 b) registraron 93 especies de peces con valor comercial en la costa de Colima y 114 en Jalisco. Estas especies representaron 98% de las capturas (Espino-Barr *et al*., 2004). Sin embargo, en gran número de lugares se desconoce la potencialidad del recurso porque generalmente no existe información biológica ni estadísticas pesqueras confiables (Ataur-Rahman, 1994), ya que si bien las pesquerías ribereñas tienen gran importancia económica y social, el interés que genera en centros de investigación es limitado y la contribución de las agencias de financiamiento nacionales e internacionales para su estudio es mínima (Buzeta *et al.*, 1989; Durand y Quensiere, 1991). En algunos países africanos se ha tratado de formar bases de datos obtenidos a partir de encuestas y censos diarios (Alimoso, 1991). En México se están realizando esfuerzos similares en varias localidades costeras; empero, la información aún es escasa (Espino-Barr *et al.*, 1997, 2002) y gran parte está concentrada en la denominada *literatura gris* (tesis e informes de investigación), cuya distribución es restringida

Otros los elementos que dificultan la evaluación de las poblaciones y comunidades son el efecto de la intensidad y la periodicidad de algunos eventos oceanográficos y meteorológicos de escala global (Munro y Smith, 1984; Durand y Quensiere 1991), tales como El Niño-la Oscilación del Sur (ENOS) (Espino-Barr *et al*., 2002); así como la gran diversidad de artes utilizada para la extracción del recurso, ya que su forma y tamaño se adaptan a los hábitos (pelágicos o demersales) de las especies objetivo y a las características fisiográficas de las zonas de pesca (Garcia-Boa *et al.*, 1996).

Además de la falta de información confiable, normalizada (v.g., unidades de peso estándar, nombre de las especies capturadas, arte de pesca, localización del caladero) y actualizada, tampoco se cuenta con métodos de análisis que tomen en cuenta la gran diversidad de especies, artes, embarcaciones, carnadas y estrategias de pesca que emplean los pescadores ribereños, así como la complejidad de los factores socio-culturales y económicos que caracterizan la actividad pesquera (González-Becerril *et al*., 2000).

Esto es particularmente importante en los sistemas costeros tropicales, donde las redes tróficas, los ciclos reproductivos y las interacciones entre las especies son complejos y, por tanto, la extracción de una especie tiene repercusiones que no han sido evaluadas de forma adecuada. Por otro lado, existe mayor presión hacia los recursos pesqueros más importantes y aunque eso reduce la tensión sobre el sistema en general, conduce a la sobreexplotación de unas cuantas especies (Munro y Smith, 1984; Buzeta *et al.,* 1989; Chung, 1994). Esta característica no es exclusiva de las regiones tropicales, ya que como lo señalan Ruiz-Luna y Madrid-Vera (1997), a pesar de la diferencia en el número de especies capturadas en dos localidades del Pacífico mexicano y una del Mediterráneo español, el aporte de las diez principales especies a la captura total fue de 68% a 83%. Pese a que la biodiversidad es menor en las zonas templadas que en las tropicales, la riqueza específica de la captura fue similar entre los sistemas mexicanos y el español, cuando se comparó por medio del índice de Shannon.

Algunas especies o pesquerías en particular presentan indicios de sobreexplotación, tales como el incremento continuo del esfuerzo pesquero, la declinación de la captura total y por unidad de esfuerzo, la reducción significativa de la talla máxima de captura, del peso promedio y los cambios en la proporción de los niveles tróficos representados en la captura (Pauly *et al*., 1993; Espino-Barr *et al*., 2002). Pauly *et al*. (1998) analizaron las secuelas de la pesca sobre la red trófica marina y concluyeron que los primeros afectados son los depredadores tope, porque requieren mayores cantidades de energía para mantenerse.

Pese a estas circunstancias, existen esfuerzos importantes para encontrar métodos de análisis adecuados que incorporen las distintas dimensiones del problema. Con este propósito se están utilizando algunas técnicas diseñadas originalmente para pesquerías monoespecíficas, como el análisis de poblaciones virtuales (APV) y otros métodos, tales como el análisis de los componentes tróficos de un ecosistema (Polovina, 1993; Bundy y Pauly, 2001) y los sistemas de información geográfica (Graaf *et al.,* 2003). Estos dos últimos enfoques se encuentran limitados por la escasa resolución de los datos disponibles, aunque su puesta en marcha está acelerando el interés por mejorar la calidad de la información.

Aspectos sociales y económicos

La pesca ribereña es una actividad en donde la capacidad productiva individual de los pescadores es muy variable y los mecanismos de comercialización son sencillos, ya que el producto se vende directamente a intermediarios o *acaparadores* (Munro y Smith, 1984; Cruz-Romero *et al*., 1991). Aunque el valor de la captura puede alcanzar precios elevados por su calidad, el ingreso *per capita* suele ser bajo, además de que la organización gremial del sector es deficiente y normalmente los mecanismos de previsión, seguridad social y salud, son limitados o inexistentes, y de que las alternativas de empleo son mínimas (Ataur-Rahman, 1994).

Las dificultades para que el pescador ribereño venda directamente el producto, originan su encarecimiento al consumidor y reducen los ingresos del mismo productor. La estructura social en torno a la actividad de los pescadores es muy particular, ya que es común que un permisionario compre el producto y al mismo tiempo establezca fuertes lazos sociales con los pescadores, ya sea por compadrazgo, amistad o mutua conveniencia. En consecuencia, el pescador no tiene la opción de comercializar su producto en otras partes, ni de buscar mejores precios ni mercados, y aun cuando la relación con el permisionario le garantice ciertas estabilidad económica y seguridad, lo compromete a entregar su producto en exclusividad (véase algunas de estas particularidades en el trabajo de Cano, en este mismo libro).

La falta de financiamiento apropiado es una de las limitaciones más serias para el desarrollo de esta actividad, dado que los pescadores, como individuos, no cumplen con los requerimientos establecidos por las instituciones crediticias; adicionalmente no poseen una estructura organizativa que los respalde, la mayoría no posee bienes que sirvan como garantía para los créditos, ni cuenta con capital propio para autofinanciarse o para dar en garantía a los bancos. Al no ser sujeto de crédito, el pescador ribereño requiere programas específicos que tomen en cuenta su condición *sui generis* (Cruz-Romero *et al*., 1991). Fernando (1987) y Añonuevo (1989) consideran que en la actividad pesquera artesanal los costos de oportunidad son más altos que para otras alternativas económicas y que la capitalización es relativamente elevada, el subempleo y los bajos retornos netos de la actividad pesquera al gasto familiar, conducen a la pobreza extrema de pescadores y sus familias.

Aunado a ello, los ingresos de los pescadores son muy inestables porque la producción es muy variable (Gallardo *et al*., 1993) y, en muchos casos, el ingreso neto de los pescadores ha disminuido como resultado de la tendencia negativa de la abundancia de las especies de alto valor económico (Aiken y Haughton, 1991). Por otro lado, ya que la mayor parte de la producción se consume en fresco y el manejo del producto es elemental, el valor agregado a los productos de estas pesquerías es mínimo.

Finalmente, es importante considerar que la globalización y los nuevos patrones de consumo están modificando las formas tradicionales de manejo de las pesquerías. Algunos de estos casos han sido documentados en pesquerías americanas, africanas, asiáticas y del Pacífico sur (Ahmed, 1987; David, 1987; Andrews, 1989; Jeay, 1989; Mathew, 1991 y Sivasbramaniam, 1993). Probablemente uno de los cambios más notorios haya resultado del rápido crecimiento de la industria acuícola. El desarrollo de esta actividad ha modificado algunos patrones culturales de los habitantes de la zona costera y ha generado problemas derivados de los cambios en el uso del suelo, por lo que está enfrentando a pescadores tradicionales con productores acuícolas, algunos de ellos de extracción campesina, con escasa experiencia en aspectos pesqueros.

Estas transformaciones están afectando de manera particular a las pesquerías tradicionales de culturas muy antiguas que tienen un gran patrimonio etno-histórico que se asocia con patrones culturales específicos, más que con la pesca como actividad extractiva (Fay, 1991) y que mantienen artes y técnicas de pesca sencillos, sistemas poco efectivos de comercialización, producción y distribución, y derechos tradicionales sobre los embalses o riberas. Tal es el caso de la extracción de callo de hacha en Sonora (Basurto, 2002) y de la pesquería de tortugas en la costa de Oaxaca, Michoacán y Sonora, donde formaba parte de fiestas tradicionales y de su mitología (Márquez-Millán, 1996). A ello se suma un componente subjetivo, de carácter romántico, generado por la atracción que puede ejercer la variedad de embarcaciones y artes (Symes y Phillipson, 2001), algunos de los cuales se están perdiendo con la introducción de embarcaciones de fibra de vidrio, motor fuera de borda y artes de pesca elaborados con materiales sintéticos, más ligeros y resistentes[2]. Algunos de los métodos tradicionales son muy ingeniosos, como la pesca con papalote en la zona huave,[3] en Oaxaca, durante la temporada de *nortes*, vientos fuertes provenientes de Estados Unidos, que cruzan el Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec. Durante esos eventos no es posible salir al mar en embarcaciones, por lo que las redes se tienden con la ayuda de una cometa (Gil-López[4], com. pers.).

La mayoría de los trabajos en los que se menciona la pérdida de la identidad cultural, corresponde a pesquerías de subsistencia, muchas de las cuales contienen algún componente de manejo comunitario, pero además incluyen prácticas rituales religiosas y criterios místicos ancestrales para la administración de los recursos pesqueros. Por esta razón es difícil generalizar o extrapolar las conclusiones que se derivan de sus experiencias de manejo, si bien se deben reconocer e incorporar en los acuerdos o normas de los programas de manejo.

Aspectos tecnológicos, capacitación e investigación

Los pescadores ribereños de todo el mundo tienden a mejorar sus métodos y sistemas de pesca, lo que se evidencia cuando adquieren motores más potentes, emplean materiales sintéticos para la confección de artes y, en algunos casos, introducen sistemas de comunicación y de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés). Otra forma en la que los pescadores ribereños incrementan su poder de pesca es mediante la adaptación y la modificación de los artes tradicionales, la instalación de equipo de hidroacústica y de sistemas automatizados de recuperación de los artes en las embarcaciones, así como de dispositivos agregadores de peces pelágicos, conocidos como FAD por sus siglas en inglés (Hedgepeth y Thorne, 1989).

La introducción de avances tecnológicos tiene como objetivo mejorar la evaluación, la captura y el manejo de los recursos; con frecuencia se asume que esto redunda en desarrollo económico y social de manera inmediata; sin embargo, la incorporación de nuevas técnicas e instrumentos debe estar ligada al incremento en el conocimiento de los organismos y su entorno, para que los costos ambientales sean mínimos. Por otro lado, es necesario instrumentar cursos de capacitación sobre aspectos pesqueros y actividades relacionadas (Jonasson, 1985), así como en administración y otros temas que permitan que el avance tecnológico sea comprendido y aplicado.

Entre los aspectos que deben abordarse para el desarrollo de la pesca se deben incluir programas ambiciosos de capacitación (conocimiento de la actividad para desarrollarla mejor) que incluyan el mayor conocimiento de los recursos pesqueros, así como estudios económicos de viabilidad y mejora de los siste-

2. Ver algunos de estos cambios en la pesca ribereña de Manzanillo, Colima, en el documento de Cano, en este mismo libro.
3. El territorio del pueblo huave se encuentra situado en el litoral del Golfo de Tehuantepec, aproximadamente en las dos terceras partes de una barra de 40 km que separa al Océano Pacífico de dos grandes lagunas, conocidas como Mar Superior y Mar Inferior. Tomado de *http://www.eumed.net/cursecon/libreria/mebb/1.htm*
4. Ing. Pesq. Heldail Aarón Gil-López. Investigador Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz-INP-SAGARPA

mas de información, apoyados en el mejoramiento de la infraestructura (Chung, 1994). Algunos de los temas que se deben incluir en los programas de investigación de la pesca artesana se resumen en la *tabla 2*.

Es necesario contar con un conocimiento profundo de los componentes de las pesquerías ribereñas (Youmbi, 1993). La investigación debe aplicarse al desarrollo de la industria pesquera, a la gestión racional de los *stocks* y al estudio del ecosistema marino, con el objetivo de aumentar la renta de los pescadores y asegurar la perpetuidad de la actividad, además de prevenir la extinción biológica y comercial del recurso y alcanzar su uso equilibrado (Berkes *et al*., 2001). Introducir el aspecto ecológico, que considere la variabilidad ambiental y biológica, es fundamental (Durand y Quensiere, 1991; Maembe, 1992).

Programas de manejo

La FAO (1997) menciona que no existe una definición ampliamente aceptada sobre el *manejo*, por lo que propone una de tipo operativo: "El proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos y formulación y ejecución, así como la imposición, cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos". Esa institución también señala que "el manejo de pesquerías incluye un complejo y amplio conjunto de elementos, cuyo propósito es asegurar que los usuarios de la localidad, del estado o la región, obtengan los mejores beneficios a través del uso sustentable de los recursos acuáticos vivientes a los que tienen acceso".

Existen dos diferentes maneras de aplicar las estrategias de manejo: La primera es de tipo "vertical", en la que las medidas se diseñan e instrumentan desde la autoridad hacia los productores. Esto da lugar a tres esquemas de manejo: Convencionales, basados en la regulación del esfuerzo, lo que incluye desde las restricción de áreas, acceso limitado, reducción del esfuerzo, tallas mínimas, cuotas y otras medidas similares, hasta la asignación limitada de derechos de pesca, basada en sistemas de captura total permisible (CTP) (Berkes *et al*., 2001); medidas fundamentadas en el ecosistema, para lo cual se establecen áreas marinas protegidas, así como mecanismos para la restauración, la creación y el mejoramiento de hábitats; histórico-sociales que introducen aspectos relacionados con la ética y la educación de los pescadores y otros sectores involucrados.

La otra manera de desarrollar y aplicar las estrategias de manejo es de tipo horizontal (John, 1994), mediante el denominado *manejo comunitario* (Berkes *et al*., 2001). Este enfoque está cimentado en la participación y responsabilidad de todos los sectores involucrados en la actividad (los pescadores, los que comercializan el producto, los consumidores, los encargados de la inspección y la vigilancia) en la administración, la evaluación y la investigación (Black-Michaud y Johnson, 1988). Esto hace posible que las organizaciones de pescadores influyan en el inicio de procesos legislativos para la gestión de las pesquerías y en la introducción de tecnologías adecuadas, además de la conservación y la recuperación de hábitats (Chandrasekera, 1994; Vande-Vusse, 1994). El manejo comunitario, también conocido como co-manejo,

Tabla 2
Necesidades de investigación para el desarrollo de pesquerías artesanales

Temas generales	*Principales elementos*
Biológico-pesqueros y ambientales	Listados e inventarios faunísticos de las capturas. Determinación de esfuerzo de pesca. Inventario y descripción de la flota. Localización y caracterización de de las áreas de pesca. Composición específica de la captura, distribución espacial y temporal. Parámetros biológicos y poblacionales. Descripción de los métodos y artes de pesca. Descripción del ambiente hidrográfico.
Económicos	Análisis de fuentes de financiamiento de la actividad. Estrategias de comercialización. Análisis de mercados. Descripción de la infraestructura e instalaciones de manejo de pescado, procesado, venta y distribución. Análisis de costos y retornos.
Sociológicos	Descripción del "Comportamiento de Pesca" (bases antropológicas de la distribución del esfuerzo de pesca). Patrones culturales asociados a la actividad de pesca. Demografía básica. Ocupaciones secundarias y alternativas de empleo. Educación, ingreso, salud, alimentación, vivienda, electricidad, agua, transporte, comunicación. Ingreso y gasto.
Legislación pesquera	Marco jurídico de la actividad pesquera, ligado a un programa de divulgación. Capacitación en aspectos organizacionales, para conocimiento de ventajas, desventajas, derechos y responsabilidades.
Tecnológicos	Tecnología de capturas. Medios de comunicación y seguridad en el mar. Usos alternativos de energía no convencional para ahorro de combustible y para el procesamiento de los productos de la pesca. Desarrollo de sistemas de información. Tecnología de alimentos. Industrialización de subproductos (pieles, hueso, cartílago y dientes de tiburón).

se considera como la única estrategia aplicable a las pesquerías artesanales (Clarke, 1993), ya que genera arraigo social e incorpora diferentes componentes de la sociedad en la aplicación y la vigilancia de las medidas de manejo (FAO, 1990).

En algunos países de Latinoamérica existen antecedentes sobre mecanismos de ordenación de la pesquería artesanal que pueden extrapolarse a otros países (CCPS/FAO, 1992). Estos esquemas se basan en los principios establecidos por la Conferencia Mundial de la FAO en 1984 (CIPR/FAO, 1992), así como en los diagnósticos nacionales y los programas de ordenación y desarrollo regional. En Chile por ejemplo, Oliva y Garrido (1994) describen el uso del método de parcelas rotativas para la explotación de cuatro caletas; las áreas son administradas por organizaciones de pescadores. En México se ha aplicado este tipo de manejo; sin embargo, se encuentra escasamente documentado. En las pesquerías costeras de la península de Yucatán hay ejemplos exitosos desde 1971; Quezada (1991) describió la forma en que el concepto de "ejido" se aplica a la propiedad común administrada por una aldea. Allí la costa se maneja como un bien de propiedad común y de acceso restringido a los miembros de la comunidad.

Entre los aspectos más importantes que deben abordarse para lograr abarcar estos aspectos se encuentran las actividades de regulación, que comprenden la vigilancia, la inspección, la evaluación y la administración, tanto de los recursos como de sus usuarios. Según el sentido en que estén orientadas las políticas del Estado, ya sea hacia obtener el máximo beneficio económico o social, existe gran diversidad de criterios y de medidas reguladoras (Hilborn y Walters, 1992). Las estrategias podrán estar enfocadas en modelos de captura, costos, estructura de la población (*stock*), e incluso de inversión económica.

No obstante, por la diversidad de sistemas y patrones de conducta de los pescadores ribereños, aun dentro de países y regiones similares, no hay una política mundial que integre elementos comunes para el manejo de los recursos de pesca artesanal. Con la integración del texto sobre políticas de Pesca Responsable (propuesta por la FAO en 1992[5]) a los programas gubernamentales, algunos aspectos relacionados con los derechos y obligaciones de los pescadores artesanales mencionados por la FAO (1995[6]) han empezado a abordarse oficialmente, aunque aún existen limitantes de diversa índole para su puesta en marcha, como son el derecho a utilizar los recursos con la responsabilidad de preservarlos y cuidar el medio.

Discusión

La problemática y el reto que representan la pesca artesanal son enormes ya que está involucrada gran cantidad de especies, artes de pesca y tipos de embarcaciones. Si a esto se agregan las variaciones del ecosistema y que prevalece un régimen de acceso abierto que condiciona el comportamiento de los pescadores, la dificultad de la evaluación y el manejo de estos sistemas se incrementan exponencialmente.

Existen múltiples enfoques en la caracterización de las pesquerías artesanales: desde el que únicamente analiza los aspectos biológicos o pesqueros, hasta el integral, que involucra también los elementos sociales, económicos, culturales y tecnológicos con el objetivo de tener una visión global de la problemática de la pesquería y los factores que la condicionan y deben ser controlados.

Chaussade (1991) menciona que desde hace años existe una concepción errónea sobre la importancia de la fase extractiva, ya que se considera como la actividad central y que determina el resto de las tareas relacionadas. La pesca en pequeña escala, como todas las actividades socio-económicas, está formada por una serie compleja de interrelaciones, combinaciones espaciales y temporales de todos sus factores, que impiden que su gestión se reduzca, de manera simplista, al manejo de los *stocks* pesqueros. Un esquema de manejo multidisciplinario podría estar más cercano a la realidad multiespecífica y compleja de estas pesquerías, por lo que en la planificación y la elaboración de medidas de ordenamiento y desarrollo debe considerarse la participación activa y permanente de los distintos sectores que tienen que ver con esta actividad, como son el gubernamental, el académico y los pescadores artesanales, con una asignación clara de responsabilidades en el proceso de manejo.

En este enfoque se debe considerar la dinámica de los recursos pesqueros y de los usuarios de estos recursos (Charles, 1991), para determinar las políticas de gestión apropiadas que equilibren la conservación ambiental, la generación de ingreso, el empleo y la estabilidad comunitaria. Ésta es una tarea compleja dada la importancia de factores culturales tales como la tradición, los lazos familiares, los procesos de decisión grupal, el empleo compartido y la economía subterránea.

5. Conferencia Internacional sobre la Pesca Responsable, Cancún, México (1992)
6. Ver artículo 6 del documento de FAO: Código para una pesca responsable *http://www.prefecturanaval.gov.ar/organismos/diop/pape/legislacion/interna/fao.htm*

En primer término se debe partir de un cambio de actitud, particularmente en las suposiciones *a priori* sobre el medio en que los trabajadores en la pequeña escala se desarrollan (Pomeroy, 1991), así como sobre la supuesta homogeneidad de los pescadores y sus comunidades, y la irracionalidad de su comportamiento. Dado que aun en regiones con afinidad geográfica existe heterogeneidad en las formas de uso de los recursos y la satisfacción de necesidades familiares, es necesario incorporar la toma de decisiones en el corto plazo o el "comportamiento de los pescadores" a los métodos de evaluación, e incluir un enfoque que proteja el potencial de producción de la pesquería en el largo plazo.

Berkes y Kislalioglu (1991) proponen un esquema interdisciplinario del estudio de los recursos de propiedad común que involucre aspectos biológicos, oceanográficos, de economía, ciencia política, geografía, planificación, sociología y antropología. Esta visión emergente considera el estudio de la pesquería desde los regímenes de propiedad básicos: acceso abierto, propiedad privada, propiedad estatal y propiedad común. En relación con este último punto, Seijo *et al.* (1997) señalan que los esquemas actuales para administrar recursos a menudo presentan altos costos de exclusión para el pescador, ya que hay dos enfoques básicos: privatización del recurso (p. ej.: distribución de cuotas transferibles individuales), y la intervención del gobierno en la regulación de la talla y la composición de la captura por medio de los instrumentos que afectan el esfuerzo de pesca. En ambos casos hay una intervención directa del Estado, sin participación de los usuarios, por lo que el manejo comunitario pudiera ser considerado como una tercera opción para el manejo exitoso de los recursos.

En resumen, considerando la importancia de esta actividad, es necesario que se atienda la problemática y se propongan soluciones en el corto y el mediano plazo, que incluyan algunas de las políticas e instrumentos de manejo que se han descrito, y que definitivamente incorporen el factor social como parte de las soluciones. También deben instrumentarse, al menos, estrategias: programas de inspección y vigilancia, sistemas de información (en las escalas regional y nacional) para la actividad pesquera ribereña, así como la aplicación del enfoque de manejo comunitario con la participación de los usuarios en los distintos niveles de manejo.

Debe asumirse que un recurso no vigilado está expuesto, de ahí la importancia de un sistema de ins-

Tabla 3

Puntos relevantes para la evaluación de planes de manejo y medidas de regulación de pesquerías artesanales

Autores	*Aspectos por evaluar*
Castelnaud *et al.* (1985), Aguilera-Vidal (1989)	Estructura demográfica. Actividades alternativas de los pescadores. Sindicalismo, cooperativismo y otros comportamientos corporativos de los pescadores. Nivel educativo, costo del jornal, relación costo / beneficio para la operación de las pesquerías.
Mendo (1989), Khan (1994)	Evaluación del recurso, su biología y dinámica poblacional. Análisis de series de tiempo de la captura, esfuerzo y variables ambientales. Pescadores y áreas de operación. Descripción del *Comportamiento Pesquero*. Producción máxima sostenible y máximo rendimiento económico. Protección y rehabilitación del medio ambiente.
Sutinen y Pollnac (1989), Charles-Dominique (1991)	Información relevante y productos de su análisis. Costos de la información y su procesamiento. Captación sistemática y depuración de datos básicos. Adecuación de los modelos clásicos y creación de nuevos. Revisión de sistemas tradicionales de gestión de recurso e incorporación del conocimiento empírico regional en los planes de manejo. Evaluación del efecto de la globalización sobre el desarrollo de las pesquerías.
	Medidas de regulación
Castelnaud *et al.* (1985), Aiken y Haughton (1991), Wahyono (1994)	Sistema de licencias y zonificación; control de las operaciones, reducción del esfuerzo pesquero (incluyendo reducción en el número de pescadores) y restricciones al poder de pesca. Cuotas de captura. Inspección y vigilancia. Subsidio al combustible. Fijar el valor de los precios del pescado.
Castelnaud *et al.* (1985), Vergara (1989), Wahyono (1994)	Política pesquera diferencial para la pesca en pequeña y gran escalas. Modernización y profesionalización de los pescadores artesanales y promoción de la necesidad y beneficios de un plan de manejo. Diversificación de las actividades portuarias. Renovación de las instalaciones para uso adecuado de la capacidad procesadora.
Buzeta *et al*. (1989), Seijo *et al*. (1997)	Acceso abierto. Distribución de cuotas por trampa incluyendo un acuerdo con los pescadores. Gestión espacial. Manejo Comunitario. Desarrollo Costero Integrado. Estructura institucional viable. Gestión racional de recursos. Prácticas ambientales sanas.
Castelnaud *et al.* (1985), Aiken y Haughton (1991)	Creación de reservas protectoras y parques marinos para el turismo. Plan giratorio de pequeños santuarios de pesca. Creación de infraestructura para la captación y generación de información sobre la actividad. Desmantelamiento de los subsidios para la actividad pesquera.

pección y vigilancia;[7] sin embargo, la baja rentabilidad de la actividad pesquera artesanal requiere un análisis minucioso de la viabilidad de la aplicación de un programa de esa naturaleza. Esta necesidad pasa a segundo término cuando la comunidad maneja y vigila la explotación de los recursos, al tiempo que genera arraigo social, permite la puesta en marcha de medidas de protección del recurso e incrementa la conciencia sobre la importancia del mantenimiento del recurso, lo que introduce criterios de sustentabilidad.

Existe amplio consenso sobre la necesidad de crear un sistema de información de la actividad pesquera artesanal sobre los aspectos socio-económicos, biológicos y pesqueros, que proporcione los elementos para cumplir los objetivos mencionados, así como para evaluar los planes de manejo y sus medidas de regulación, de acuerdo con las características específicas del sistema (Tabla 3).

Cabe mencionar que aunque el esquema de manejo comunitario es atractivo y recomendable, requiere una serie de elementos, entre los que se incluyen:

- Mejorar la organización de los pescadores, diversificar el tipo de agrupaciones y aumentar su representación social.
- Crear mecanismos para la reducción del intermediarismo y promover la participación directa de los pescadores en el sistema de comercialización; es necesario establecer mecanismos de acceso directo al mercado.
- Creación de sistemas de crédito acordes con las necesidades de la actividad y del grado de organización social, con esquemas de vigilancia sobre el destino y uso de los recursos otorgados.
- Establecimiento de programas de capacitación y entrenamiento en aspectos técnicos y administrativos.
- Apoyo para el mejoramiento de la infraestructura para el acopio, el manejo y la comercialización, con la participación de los usuarios del recurso.
- Desarrollo de un marco de evaluación de los recursos, dentro del esquema de la pesca responsable y de protección ambiental.
- Desarrollo de sistemas de información normalizados, que permitan la captura, el procesamiento y el análisis de los datos en las escalas local, regional y nacional.
- La adopción y la adaptación de tecnologías para uso eficiente y menor consumo de combustible, que permitan la comunicación y garanticen la seguridad de los usuarios del recurso.
- Fomentar alternativas de desarrollo económico compatibles con la pesca y la protección del ambiente (cultivos integrales, arrecifes artificiales, manejo de cuencas, reforestación de manglar, ecoturismo), que integren a otros actores de la comunidad.
- Establecimiento de programas continuos de investigación que incorporen a los sectores oficial y académico, a las organizaciones no gubernamentales y a la comunidad, enfocados en los aspectos biológico-pesqueros, tecnología de la pesca e industrialización de capturas, así como legales y socioeconómicos.

Es necesario fortalecer y apoyar decididamente los programas de investigación, a la vez que aplicar esquemas de análisis que integren los factores biológicos, ambientales, económicos y sociales. Estos programas deben considerarse como una inversión en conocimiento de los recursos y no como un gasto inútil. Por ello, es ineludible iniciar, terminar o continuar, según sea el caso, los estudios sobre la caracterización biológica de los recursos, la determinación de su estado de explotación y potencialidad, los aspectos ambientales mínimos y llevar toda esa información a escenarios de manejo en los que participen los usuarios del recurso, así como otros sectores de la comunidad, con ingerencia sobre cualquiera de las etapas por las que atraviesa el producto hasta su consumo.

Como conclusión, se reitera que la pesca artesanal ribereña tiene una problemática y una dinámica particulares, y que dada su importancia económica y social, debe ser analizada como un caso particular de la pesca, para desarrollar políticas que mejoren las condiciones socioeconómicas críticas en las que se encuentra la mayoría de los integrantes del sector. Es necesario un enfoque holístico e interdisciplinario que incluya todos los factores involucrados en la actividad. Aunque hay un consenso mundial sobre las principales características de las pesquerías ribereñas, no existe un marco normativo vigente, por lo que en las condiciones actuales, y dadas las características de estos sistemas, es de esperarse una situación generalizada de sobreexplotación, que puede retrasarse o revertirse con un enfoque sistémico de manejo de pesquerías, en un ámbito comunitario para la toma de decisiones sobre el uso y la explotación de los recursos de la pesca.

7. Ver el caso de la pesquería de camarón en la Laguna de Cuyutlán (Colima) en este mismo libro, incluido en el trabajo de Andrade-Tinoco y Espino-Barr.

Referencias bibliográficas

Aarnink, B.H.M., C.K. Kapasa y P.A.M. van Zweiten. 1993. *Our children will suffer. Present status and problems of Mweru Luapula fisheries and the need for a conservation and management action plan.* Bujumbura Burundi FAO, 39p.

Agüero, M. 1992. La pesca artesanal en América Latina. Una visión panorámica. Contribuciones para el estudio artesanal en América Latina. *ICLARM Conf. Proc*. 35: 113p.

Aguilera-Vidal, R. 1989. Análisis de las perspectivas de la actividad pesquera artesanal en la octava región de Chile Caletas: Coliumo, Lo Rojas, Puerto Norte y Puerto Sur de la Isla santa María, Tubul, Tumbes. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur.,* 665-670.

Ahmed, A.K.M. 1987. Fisheries traditions in Bangladesh. *NAGA,* 10(4): 8-9.

Aiken, K.A. y M.O. Haughton. 1991. Regulating fishing effort: The Jamaican experience. *Proceedings of the 40th annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Curação, Antillas Holandesas. pp. 139-150.

Alcalá-Moya, G. 1999. *Con el agua hasta los aparejos. Pescadores y pesquerías en El Soconusco, Chiapas*. CIESAS, México. 287p.

Alimoso, S.B. 1991. *Match effort data and their use in the management of fisheries in Malawi. Catch effort sampling strategies. Their application in freshwater fisheries management*. Fishing News Books, Oxford, UK. 403p.

Allsopp, W.H.L. 1989. Sustained social benefits from diversification of small scale fisheries*. Proceedings of the 1988 world symposium on fishing gear and fishing vessel design.* Newfounland and Labrador Inst. of Fisheries and Marine Technology, St. John's, NF, Canada. pp. 216-220.

Andrews, E.F. 1989. A low profile subsistence fishery: Pike fishing in Minto Flats, Alaska. *Artic,* 42(4): 357-361.

Añonuevo, C. 1989. The economics of municipal fisheries: The case of Lingayen Gula. En: G. Silvestre, E. Iclat y T.E. Chua (eds.). *Towards sustainable development of the coastal resources of Lingayen Gulf, Philippines*. Bauang, La Unión, Philippines. pp. 11-155.

Arriaga, L. 1987. *Manejo de recursos costeros en el Ecuador*. La pesca artesanal en el Ecuador. ESPOL, Guayaquil. pp. 3-10.

Ataur-Rahman, A.K. 1994. Country report on socio economic issues in coastal fisheries management in Bangladesh. Socioeconomic issues in the management of coastal fisheries, in conjunction with the 24th session of the IPFC Symposium. Bangkok, Thailand. FAO *Indo Pacific Fisheries Comm.*, 8: 170-175.

Basurto, X. 2002. Validando e integrando el uso del conocimiento local ecológico y tradicional para el manejo de pesquerías artesanales: el caso de la pesca de callo en territorio Comcáac. *Memorias de resúmenes del I Foro Científico de Pesca Ribereña,* INP, Guaymas, Sonora. pp. 50-51.

Berkes, F. 1990. Native subsistence fisheries: a synthesis of harvest studies in Canada. *Arctic* 43(1): 35-42.

Berkes, F. y M. Kislalioglu. 1991. Community based management and sustainable development. Research and small scale fisheries. *International Symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier. 2: 567-574.

Berkes, F. y D. Pocock. 1990. Native subsistence fisheries: A synthesis of harvest studies in Canada. *Arctic,* 43(1): 35-42.

Berkes, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy. 2001. *Managing small-scale fisheries. Alternative directions and methods.* International Development Research Centre, Ottawa, Canadá. 269p.

Biais, M.G. y M. Taquet. 1988. Summary of fisheries and resources information for Mayotte. En: Sanders, M.J., P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian ocean*. Albion, Mauritius. pp. 80-81.

Black-Michaud, J. y J. Johnson. 1988. Community participation in integrated small scale fisheries projects. En: J.L. Gaudet y D. Parker (eds.). *Summary of proceedings and selected papers. Symposium on the planning and implementation of fisheries management and development programs in Africa.* FAO, Lusaka, Zambia. pp. 59-74.

Bundy, A. y Pauly, D. 2001. Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines*. Fisheries Research,* 53: 263-281.

Buzeta, R., J. Rusque y A. Arrizaga. 1989. A model for integrated development of artisanal fishery communities of Latin America. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur*., 19-24.

Castelnaud, G., D. Cerezuelle, A. Duchan y E. Rochard. 1985. *Fishery of migratory species in Girnode. Part two: Socio professional investigations: Propositions of management*. Gazinet France Centre National d'étude du machinisme agricole du génie rural del eaux et forets, Francia. 110p.

CCPS/FAO. 1992. *Cuarta reunión del grupo de trabajo sobre recursos y pesquerías artesanales en el Pacífico sudeste*. CPPS/FAO/PNUD, Valparaíso, Chile. 65p.

Chandrasekera, C.H.M.T. 1994. Fishery cooperatives in Asian countries. Socio economic issues in coastal fisheries management. Proc. of the IPFC symposium in conjunction with the 24th session of IPFC, Bankok, Thailand. *FAO Indo Pacific Fisheries Comm.,* 8: 230-236.

Charles, A.T. 1991. Bio-socio economic dynamics y multidisciplinary models in small scale fisheries research. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTROM IFREMER*, Montpellier, 2: 603-608.

Charles-Dominique, E. 1991. Fishery science y small scale fisheries: Old methods, new questions? The example of Aby Lagoon, Côte d'Ivore. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier France, 2: 973-980.

Chaussade, J. 1991. Social sciences and small scale fisheries. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER,* Montpellier, 2: 973-980.

Chung, B.D. 1994. Socioeconomic issues in the management of coastal fisheries in Vietnam. Socioeconomic issues in coastal fisheries management. Proceedings of the IPFC Symposium in Bangkok, Thailand. *FAO Indo Pacific Fisheries Comm.*, 8: 176-182.

CIPR/FAO. 1992. *Situación de la pesca en el mundo. Conferencia internacional de pesca responsable*. FAO, Cancún, México. 13p.

Clarke, R. McV. 1993. An overview of Canada's Arctic marine fisheries y their management with emphasis on the Norhwest Territories. En: L.S. Parsons y W.H. Lear (eds.). *Perspectives on canadian marine fisheries management*. Nacional Research Counc. of Canada, Ottawa. pp. 211-241.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1991. Aspectos de la pesca ribereña en el estado de Colima. Seminario "El mar y sus recursos". *Aportes de la Universidad de Colima,* 4: 201-208.

Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1995. La pesca ribereña artesanal en el Pacífico de México. *1er encuentro sobre pesquerías artesanales. CANAIMPES*, Manzanillo. 22p.

David, G. 1987.The expansion of small maritime fisheries in the north eastern Brazil: The example of Paraiba State. En: J. Chaussade, (ed.). *Coastal spaces and littoral companies, Nantes.* 34. pp. 317-330.

de Sousa, T. 1988. Summary of fisheries and resources information for Kenya. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.).

Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean. Albion, Mauritius. pp. 21-43.

Djama, T. 1993. Conflicts in coastal fisheries in Cameroon. En: B.P. Satia y B. Horemans (eds.). *Workshop on conflicts in coastal fisheries in West Africa*, Cotonou, Benin. fao Technical Report 53. pp. 6-12.

Durand, J.R. y J. Quensiere. 1991. Lake Chad: From ecosystem studies to continental fisheries management. *Research and small scale fisheries international symposium orstom ifremer* 2, Montpellier, France. pp. 981-992.

Espino-Barr, E., R. Macías-Zamora, M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 1997. Catch per unit effort trends in the coastal fishery of Manzanillo, Colima, Mexico. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 255-261.

Espino-Barr, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa, 2002. Changes in tropical fish assemblages in the central Pacific of Mexico, associated with small scale fisheries. *Rev. Fish. Biol*., 12(4): 393-401.

Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2003 a. Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco. *Informe de investigación interno*. crip-Manzanillo, inp/sagarpa, Manzanillo. 52p.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003 b. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. conabio, inp, Colima, México. 120p.

Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. sagarpa -inp, Colima, México. 145 p.

fao. 1990. *Integrated development of small scale fisheries in West Africa.* Model project. Benin. Project findings and recommendations. fao Roma, 33p.

fao. 1995. *Código de conducta para la pesca responsable*. fao, Roma. 52p.

fao. 1997. *Technical guidelines for responsible fisheries*. Fishery Resources Division and Fishery Policy and Planning Division. Fisheries management. fao, Roma. 82p.

fao. 2004. *The state of world fisheries and aquaculture*. fao Fisheries Dept., Roma. 153p.

Fay, C. 1991. Fish production in the central delta of the Niger Mali: Systems of perception and ownership of territories. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research snd small scale fisheries international symposium orstrom ifremer* 2, Montpellier. pp. 881-888.

Fernando, S. 1987. Social y cultural factors in the management of fishery resources in Sri Lanka. *Fishermen y fishing communities in the Asia Pacific Region*, 4: 33-46.

Fuentes-Castellanos, C.D. 1991. La pesca ribereña en México. *Informe interno.* sepesca/inp, 22 p.

Fuentes-Castellanos, C.D. 1996. Panorama de la pesca ribereña nacional. En: *Pesquerías relevantes de México.* xxx Aniversario del inp-semarnap, México. pp. 639-648.

Gallardo, G.M., C.V. Guerrero, M.E. Segovia, C.R. Pasten, D.J. Toro, S.C. Romero y G.P. Oxa. 1993. Development strategies for rural coastal inlets of Iquique zone, Chile. *Invest. Mar.,* 21: 91-110.

Garcia-Boa, A., M. Cruz-Romero y E. Espino-Barr. 1996. Catálogo de artes de pesca ribereñas del estado de Colima. *Oceanología*, 4(12): 163-179.

González-Becerril, A., E. Espino-Barr, M. Cruz-Romero y A. Ruiz-Luna. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas,* 26(1): 113-124.

Graaf, G., F. Marttin, J. Aguilar-Manjarrez y J. Jenness. 2003. *Geographic Information Systems in fisheries management and planning technical manual.* fao, Fish. Tech. Pap. 449. fao. Roma. 43p.

Hedgepeth, J.B. y R.E. Thorne. 1989. Hydroacoustic assessment of fish stocks in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Oceans 89: *The global ocean 4: acoustics, arctic studies,* 1039-1044.

Hilborn R. y C.J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment.* Chapman y Hall. Nueva York. 570p.

Jeay, A.M. 1989. Taditional rights versus modern legislation y recommendations for a rational management of fishery resources. The case of the Somonos of the middle Niger Mali. En: M. Giasson y J.L. Gaudet (eds.). *Summary of proc. and selected papers.* Symposium of the development y management of fisheries in small water bodies. Accra, Ghana. pp. 422-437.

John, J. 1994. *Management, redundancy in overexploited fisheries*. World bank discuss. Pap. Fish. Serv. 240, Washington. 37p.

Jonasson, G. 1985. *Dominica: Management of the fisheries division and training of fishermen*. FAO FI: TCP/DMI/6652. 35 p.

Katonda, K.I. y A.N.M. Kalangali. 1994. *Historical review of the artisanal y industrial fisheries of Lake Tanganyika in Kigoma y Rukwa regions, Tanzania*. Historical data report 1. fao, Bujumbura, Burundi. 27p.

Khan, G. 1994. Present status and future plan for sustainable marine resources development. En: V.R.P. Snha, , M.A. Mazid y M. Kamal (eds.). *Proc. of the workshop on sustainable development of marine fisheries resources in Bangladesh.* fao, undp. pp. 48-60.

Lobato-González, P.M. 1996. Reflexiones en torno a la pesca ribereña. En: A. Nadal Egea (ed.). *Esfuerzo y captura. Tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos*. El Colegio de México, México. pp. 301-335.

Madrid-Vera, J.M. 1999. *Aspectos de ecología, las pesquerías y la biografía de los peces costeros de Michoacán y Colima, México.* Tesis doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. 247p.

Maembe, T.W. 1992. *Ghana. Report of the mission on socio economics y marketing in fishing villages dependent on Yeji as a fish market.* A report prepared for the Project Integrated Development of Artisanal Fisheries Yeji. fao, Roma. 101p.

Márquez-Millán, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. La ciencia para todos. sep, Conacyt, fce 144, México. 197p.

Mathew, S. 1991. *Study of territorial use rights in small scale fisheries: Traditional systems of fisheries management in Pulicat Lake, Tamil Nadu, India*. fao Fish. Circ. 839, Roma. 27p.

Mazid, M.A. 1994. Research support for sustainable marine fisheries development. En: V.R.P. Sinha, M.A.Mazid y M. Kamal (eds.). *fao undp Assistance to Fisheries Research Inst*., Mymensingh, Bangladesh. pp. 65-72.

Mendo, J. 1989. Análisis profesional de la cachema (*Cynoscion analis*) de la costa peruana: un ejemplo de cómo enfocar una investigación pesquera. *Fishbyte,* 7(1): 6-7.

Montreuil, V., S. Tello, J. Maco y R. Ismiño. 1990. Máximo rendimiento sostenible de la pesquería comercial en el Departamento de Loreto, Perú. *Fishbyte,* 8(1): 13-14.

Munro, J.L. y I.R. Smith. 1984. Management strategies for multi species complexes in artisanal fisheries. *Proceedings of the 36th annual Gulf y Caribbean fisheries Institute*. pp. 127-141.

Oliva, D. y J. Garrido. 1994. The impact of artisanal fishermen "management areas" on the key hole limpet fishery in central Chile. En: P.G. Wells y P.J. Ricketts (eds.). *Coastal zone Canada 94. Cooperation in the coastal zone: Conference Proc*., 4: 1661-1681.

Panayotou, T. 1983. *Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala. Aspectos económicos y sociales*. Documento técnico de pesca, fipp/t228. fao, Roma. 61p.

Pauly, D., M.L. Soriano-Bartz y M.L.D. Palomares. 1993. Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models. En: V. Christensen y D. Pauly (eds.). *Trophic models of Aquatic Ecosystems.* iclarm Conf. Proc. 26. pp. 10-23.

Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.

Polovina, J.J. 1993. The first ecopath.. En: V. Christensen y D. Pauly (eds.). *Trophic models of aquatic ecosystems*. iclarm Conf. Proc. 26. pp. 7-8.

Pomeroy, R.S. 1991. Small scale fisheries management and development: Towards a community based approach. *Mar. Policy*, 15(1): 39-48.

Quezada, R.D. 1991. Small scale fisheries in Yucatan, Mexico: The "ejido" management. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries 2. International symposium orstrom ifremer*, Montpellier. pp. 451-458.

Ruiz-Luna, A. y J. Madrid-Vera. 1997. Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y Sociedad. *Revista del Colegio de Sonora,* 13-14: 77-98.

Ruiz-Luna, A. y C. Berlanga. 2001. Ordenamiento pesquero en México; bases y requerimientos. *Mem. Reunión Temática Nacional "Manejo de Recursos Pesqueros"*. Mazatlán, Sinaloa. pp. 3-7.

Samboo, C.R. y D. Mauree. 1988. Summary of fisheries y resources information for Mauritius. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 62-79.

Seijo, J.C. 1993. Individual transferable grounds in a community managed artisanal fishery. *Mar. Res. Econ*., 8(1): 78-81.

Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1997. *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*. Documento técnico de pesca 368. fao, Roma. 176p.

Silva, C. y M.I. Sousa. 1988. Summary description of the marine fisheries y resources for Mozambique. En: M.J. Sanders, , P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 82-107.

Sivasbramaniam, K. 1993. The biosocioeconomic way. A new approach to management of small scale fisheries in the Bay of Bengal region. *Bay of Bengal news,* 52: 4-15.

Sutinen, J.G. y R.B. Pollnac. 1989. Cost effective information for fisheries management. En: M.T. Morrissey (ed.). *Aspects of small scale fisheries development.* Reino Unido. pp. 131-152.

Symes, D. y J. Phillipson. 2001. Inshore fisheries in Europe at the turn of the century. 3-26. *In*: D. Symes y J. Phillipson (eds). *Inshore fisheries management*. Kluwer Ac. Publ. Dordrecht, Holanda. 318p.

Vande-Vusse, F.J. 1994. Philippine experiences in coastal co-management. En: P.G. Wells y P.J. Ricketts (eds.). *Coastal zone Canada 94. Cooperation in the coastal zone: Conference Proc.,* 1: 280-291.

Vergara, J. 1989. Concern for over capacity in the processing industry of Puerto Montt. *Chile Pesq*., 53: 33-39.

Wahyono, U. 1994. Socioeconomic in the management of coastal fisheries in Indonesia. Socioeconomic issues in coastal fisheries management. *Proc. of the IPFC symposium in conjunction with the 24th session of* ipfc. fao 8, Bangkok, Thailand. pp. 183-199.

Williams-James, J.R. 1988. Summary of the fisheries y resources information for the Comores. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean.* Albion, Mauritius. pp. 10-20.

Youmbi, T.J. 1993. The role of research in marine fisheries. National seminar on fisheries policy and planning in Cameroon. En: *fao danida. Norway program for integrated development of artisanal fisheries in West Africa* idaf, Cotonou Benin. pp. 51-56.

Los recursos pesqueros y acuícolas
de Jalisco, Colima y Michoacán
se terminó de imprimir en diciembre de 2006
en los talleres de Ediciones de la Noche.
Guadalajara, Jalisco.
El tiraje fue de 1,000 ejemplares.

edicionesdelanoche@gmail.com