

LA PESCA RIBEREÑA
EN COLIMA Y JALISCO

Instituto Nacional de Pesca

M. en C. Raúl Adán Romo Trujillo
Director General

Dr. Marco Linné Unzueta Bustamante
Director General Adjunto de Investigación en Acuicultura

Biól. Luis Francisco Javier Beléndez Moreno
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Atlántico

Dr. Abraham Fernando Navarrete del Próo
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Pacífico

LA PESCA RIBEREÑA EN COLIMA Y JALISCO

MIRNA CRUZ ROMERO
ELAINE ESPINO BARR
(*compiladoras*)



50 ANIVERSARIO 1962-2012

La Pesca Ribereña en Colima y Jalisco

Mirna Cruz Romero y Elaine Espino Barr (compiladoras)

Revisión editorial: Leticia Huidobro Campos, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes,
Cecilia E. Ramírez Santiago.

Corrección de estilo: Lurdes Asiain Córdoba.

Diagramación: Olivia Hidalgo Martín.

Diseño de Portada: Éctor Sandoval.

Elaboración de mapas: José Luis Falcón Rodríguez.

Fotografías: Esther Guadalupe Cabral Solís y Elaine Espino Barr.

Imagen de portada: Pargo colmillón *Lutjanus jordanii*
y Eliseo Montaña Robles “El Muralla”.

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de mayo de 2013,
en Ediciones de la Noche, calle Madero núm. 687, Guadalajara, Jal. C.P. 44100.
Tel. 01 (33) 38251301. www.edicionesdelanoche.com

La reproducción parcial o total de esta publicación, ya sea mediante fotocopias o
cualquier otro medio, requiere la autorización por escrito del representante legal
del Instituto Nacional de Pesca.

Primera edición, 2013

D.R. © 2013, Instituto Nacional de Pesca
Pitágoras núm. 1320, Col. Santa Cruz Atoyac,
C.P. 03310, Delegación Benito Juárez, México, D.F.
<http://www.inapesca.gob.mx>

ISBN: 978-607-8274-06-2

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Contenido

Reflexiones sobre la pesca ribereña	7
<i>Mirna Cruz-Romero</i>	
Pesca ribereña en Colima y Jalisco	14
<i>Elaine Espino-Barr, Arturo Garcia-Boa, Marcos Puente-Gómez y Esther Guadalupe Cabral-Solís</i>	
Estudio biológico, pesquero y ecológico en la Laguna de Cuyutlán, Colima . .	32
Un desafío para el ser humano o para el medio ambiente	
<i>Esther Guadalupe Cabral-Solís, Elaine Espino-Barr, Marcos Puente-Gómez y Arturo Garcia-Boa</i>	
Cruz de Loreto, Tomatlán, Jalisco	43
<i>Elaine Espino-Barr, Esther Guadalupe Cabral-Solís, Arturo Garcia-Boa y Marcos Puente-Gómez</i>	
Literatura citada	57

Reflexiones sobre la pesca ribereña

Mirna Cruz-Romero

Resulta una tarea compleja pero a la vez estimulante escribir sobre la pesca ribereña, entendida ésta como la actividad que realiza gran cantidad de personas que viven en los litorales del país, cuyo entorno está asociado a grandes deficiencias tanto de orden social como económico y estructural, pero que a la vez es reconocida como una ocupación productiva, generadora de empleo y alimento para consumo humano.

Desde el punto de vista personal, resulta edificante recordar el trato con personas nobles, trabajadoras y comprometidas, siempre dispuestas a colaborar. Desde luego que no es fácil ganarse su confianza; han padecido tantas frustraciones y engaños. Sin embargo, cuando comprenden que la labor es sincera, ellos, los principales actores de esta actividad, enseñan y mucho, con base en su experiencia cotidiana. Conocen bien su materia de trabajo y su ambiente, por esa razón se considera que es a ellos a quienes en primera instancia se debe recurrir cuando se trata de planes y programas para impulsar el desarrollo de sus comunidades.

Su conocimiento empírico, apoyado y bien orientado con el saber técnico, científico y administrativo, debería alcanzar las metas y objetivos que en el papel se trazan para mejorar las condiciones de vida en estas poblaciones, pero de alguna manera esto no sucede y a los pescadores se les encuentra en una situación similar a lo largo de muchas décadas, a pesar del presupuesto y los esfuerzos que para ello se han invertido.

La verdad es que esta reflexión se ha hecho una y mil veces por diferentes voces y en diferentes foros. Sin embargo, la realidad es que los programas dirigidos a la pesca en general y a la pesca ribereña en particular padecen una planeación de escritorio, carente de visión social y asfixiada por los intereses sexenales, ignorando las verdaderas necesidades de los pescadores; ellos, como bien dice Alcalá (1999), son invisibles.

Si se habla de tantos años en que se ha intentado impulsar la actividad, es porque se ha reconocido el impacto que ésta ha tenido en las poblaciones costeras, pues no puede ignorarse que la pesca artesanal o ribereña ha aglutinado a familias enteras que a través del tiempo conformaron comunidades pesqueras claramente identificadas y que, por el hecho de existir, han permitido de alguna manera el desarrollo de su entorno ya que las políticas pesqueras bien o mal dirigidas, nacionalistas o no, han permeado en la vida del quehacer pesquero. Lo que se observa es que, no obstante estos esfuerzos, la imagen de estas localidades y de sus pobladores es la de la pobreza y la marginación.

Pero además, como lo asienta Alcalá (1995) y en Manzanillo se ha visto, los pescadores y sus familias son despojados de los lugares donde construyeron su vivienda y del área donde llevan a cabo su trabajo en beneficio de grandes desarrollos turísticos o portuarios e industriales, dejando con ello sólo preguntas sin respuesta. Respecto de las posibilidades para enfrentar estos desafíos, se debería pensar en cómo instrumentar proyectos que tomen en cuenta la presencia de los pescadores y reconozcan el valor de su actividad por su relevancia económica local, regional y nacional. Se destaca que debe darse cuenta del uso y el destino del territorio litoral y costero y cuáles son las formas en que el Estado mexicano debe reorganizar su uso en beneficio de quienes no son pescadores.

Por otro lado, es importante mencionar que el Estado mexicano ha contribuido a incrementar la problemática por la que atraviesan los pescadores tanto libres como asociados, debido a la imposición de políticas pesqueras que favorecen a la iniciativa privada. Son políticas públicas que dejan en el abandono a los pescadores artesanales, a sus familias y a la comunidad costera en que habitan.

Marco político y la evolución de las pesquerías ribereñas

Las políticas pesqueras dirigidas a la pesca como actividad extractiva pueden reconocerse en la medida en que los gobiernos se han dado a la tarea de instrumentar estrategias para favorecer tanto el crecimiento económico como el desarrollo en el ámbito nacional.

El logro de estos objetivos ha dado lugar a diversas obras de infraestructura, entre ellas las carreteras, los dragados y la modernización de puertos y electricidad, que obviamente afectaron a las comunidades antes aisladas pues de esa manera tuvieron acceso al transporte y al manejo de sus productos, pasando así de una captura de autoconsumo y venta local a la posibilidad de participar en un mercado más amplio. En este sentido, ha sido también objeto de apoyos tanto de equipos y artes de pesca, como para el incremento en el número de sus embarcaciones.

Mientras esto sucede, la pesca toma un lugar importante como actividad productiva, generadora de empleos y divisas; es, además, fuente de alimento que, conforme se desarrolló, originó también complicaciones y situaciones de diversa índole que debieron atenderse mediante distintos instrumentos de regulación.

Por otro lado, la creación de programas tales como La Marcha al Mar, Progreso Marítimo, la declaración de las 200 millas como Zona Económica Exclusiva (ZEE), la fundación de diversas instituciones entre ellas el Instituto Nacional de Pesca (originalmente denominado Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras), además de otras acciones gubernamentales, han servido para diseñar un marco que permite reconocer la evolución de la pesca ribereña.

La compleja problemática generada por el crecimiento poblacional, el deterioro ambiental, la pesca ilegal e incidental, la salud de las poblaciones sujetas a explotación, el grado de tecnificación y la diversificación de los medios de producción, entre otros eventos, han dado origen al establecimiento del Ordenamiento Pesquero, que contempla, entre otros objetivos, regular el exceso de capacidad (por ingreso de más unidades de pesca o poder de pesca) mediante el establecimiento de una sintonía entre la explotación pesquera y la capacidad de renovación biológica de los recursos, atendiendo a las condiciones del medio ambiente, procurando equidad intergeneracional y una visión de largo plazo.

La normatividad que incide en el Ordenamiento Pesquero incluye la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la Ley de Bienes Nacionales, la Ley de Aguas Nacionales, la Carta Nacional Pesquera, la Carta Nacional Acuícola, la Ley Federal de Mar, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente y los programas de Desarrollo Urbano, entre otros.

Existe, pues, un amplio referente legal que incluye un conjunto de instrumentos normativos que rigen la Política Pesquera y la Política Ambiental, cuyos enunciados y proposiciones tienen como fondo las precarias condiciones de desarrollo social y económico, concretamente pobreza y marginación en las comunidades rurales y pesqueras de México (Pedrín-Osuna 2009).

En este sentido, Vázquez-León (2006) hace una relación entre acceso abierto al recurso y pobreza, donde la sobreexplotación podría ser la responsable de la disipación o la pérdida del ingreso de los pescadores en detrimento de su calidad de vida. De acuerdo con este concepto de la pobreza en las comunidades ribereñas, puede deducirse que ésta tiene dos diferentes orígenes: 1) interno, que se refiere a la pérdida de ingreso en el largo plazo como efecto de los patrones de conducta de los pescadores usuarios y los modelos de explotación y, 2) externo, que corresponde a los arreglos institucionales, estructuras de mercado, etc., que influyen en los patrones de conducta y explotación. Señala también que la literatura sobre este tema es escasa y que algunos documentos, sólo de manera descriptiva, abordan la relación entre pobreza y pesca.

Coincidimos con éste y otros autores en que la problemática y la marginación que sufren los pescadores ribereños debe entenderse y atenderse de manera global y multidisciplinaria, incluyendo estudios sociodemográficos y socioeconómicos, sin olvidar los aspectos histórico-culturales, biotecnológicos, entre otros.

González-Becerril *et al.* (2006) proponen un manejo multidisciplinario más cercano a la compleja realidad multi-específica del recurso, por lo que, en la elaboración de medidas de ordenamiento y desarrollo debería considerarse la participación activa y permanente de los distintos sectores (académico, gubernamental, empresarial, etc.), así como de los pescadores, principales actores involucrados en esta actividad, con una asignación clara y definida de las responsabilidades en el proceso de extracción y comercialización.

Algo de historia

Graciela Alcalá (2003) ha identificado tres momentos distintos en la historia de la pesca mexicana, en el periodo que abarca desde el año 1946 hasta el 2000. La primera etapa va de 1946 a 1970 que fue cuando se abrieron caminos que permitieron comunicar los litorales con el resto del país; la segunda incluye los años 1970 a 1982 cuando el Estado mexicano manifestó su interés sobre la planificación de las pesquerías, con el fin de incorporarlas al mercado nacional y, la tercera etapa entre los años 1982 a 2000 en la que se observan los efectos de la crisis financiera y política en el desarrollo planificado de la pesca.

Plantea resumida y claramente las principales acciones que sobre la pesca ejercieron los presidentes de la República Mexicana en ese periodo, resaltando el hecho de que sólo en escasas ocasiones fueron políticas que contaron con un verdadero intercambio de información y de propósitos entre el ejecutivo federal y los actores sociales y jurídicos que hacen posible la actividad pesquera.

El Instituto Nacional de Pesca (originalmente INIBP, luego INP y ahora INAPESCA) desde sus orígenes planteó programas con amplia visión social y los cuadros técnicos que en los años sesenta se fueron formando sobre la marcha, demostraron ser capaces de resolver diversos problemas pesqueros, ya fueran de orden técnico, científico, ambiental, político, social o industrial.

Durante los primeros años del INIBP, una de las actividades más importantes fue tratar de identificar las diferentes especies que componían las pesquerías, tanto ribereñas como de mediana profundidad, y fue a través de estas “colectas biológicas” como se integraron los primeros catálogos de peces (Álvarez del Villar 1970, Ramírez-Hernández y González-Pagés 1976), que sirvieron de base para emprender actividades dirigidas específicamente a resolver problemas de sobrepesca y definir temporadas de pesca y de vedas, así como la reglamentación de los diferentes artes de pesca utilizados.

Los estudios sobre pesca ribereña que en esas épocas se iniciaron, se referían a especies de alto valor comercial como el camarón, langosta, abulón y algunas especies de escama como el robalo, huachinango y pargo, otros recursos por su abundancia o alta demanda para consumo popular

como la sierra, la lisa (ésta muy apreciada por su gónada), ostión, caracol, erizo, tortugas marinas, entre otros.

En lo que a escama (peces) se refiere, el enfoque con que se abordaron los estudios consideraba algunas especies en particular y sobre ellas versaban análisis biológico-pesqueros, tecnológicos, administrativos, etcétera, y gracias al contacto directo de los investigadores del Instituto con el sector productivo se fueron resolviendo problemas sociales, con diferente grado de dificultad.

Es en épocas recientes que la investigación toma en cuenta el carácter multiespecífico de las pesquerías ribereñas, es decir considera la estructura de la comunidad o grupo de peces que componen la captura, analizando aspectos de su dinámica poblacional, además de los efectos que sobre ella tienen los elementos del clima, que engloba variables como la temperatura ambiente y del mar, salinidad, densidad del agua, concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono, etcétera.

El nacimiento del Programa de Pesquerías Ribereñas, inicialmente denominado Investigación Biológico-Pesquera del Recurso Escama del Pacífico, fue sugerido por el entonces director del INP, el doctor Jorge Carranza Fraser, por ser un renglón de las pesquerías que carecía de atención desde un punto de vista holístico.

De esa manera, en Manzanillo, Colima, en el año 1982 se empezaron los muestreos de peces de escama considerando todo lo que los pescadores descargaban en la playa.

Posteriormente se propuso un subproyecto sobre especies del bentos, debido a que por la demanda por capturar recursos tales como el pepino de mar, la langosta, el erizo, el pulpo, entre otros, no se contaba con información que permitiera emitir opiniones técnicas para su extracción y su manejo responsable.

Ahora se ve con mucha satisfacción que en casi todos los centros de Investigación Pesquera (CRIP) dependientes del INAPESCA, existe un Programa de Pesquerías Ribereñas desarrollando con éxito las tareas de investigación, en el que intervienen las nuevas generaciones dispuestas a estandarizar métodos y uniformar objetivos, sobre todo, tomando en cuenta la necesaria vinculación con el sector productivo.

Vale la pena mencionar, además, la gran convocatoria que tiene el Programa de Pesquerías Ribereñas a través del Foro Científico de Pesca

Ribereña, en el 2012 se realizó el VI, mediante el cual el INAPESCA reúne a los actores de la comunidad científica, tecnológica e industrial para tratar temas relacionados con la economía pesquera, tecnología de captura, regulación y manejo del recurso, así como el ecosistema y la pesca multiespecífica. Este evento permite el diálogo y el intercambio entre los investigadores y fortalece el interés en el desarrollo de este noble trabajo.

No estaría de más involucrar de alguna manera en este Foro a los pescadores de la localidad donde se desarrolla, la participación de ellos será enriquecedora toda vez que siempre tendrán algo que enseñar y porque deben conocerse de viva voz sus necesidades y requerimientos.

Su pertenencia y permanencia en este terreno debería privilegiarse.

Pesca ribereña en Colima y Jalisco

Elaine Espino-Barr

Arturo Garcia-Boa

Marcos Puente-Gómez

Esther Guadalupe Cabral-Solís

La pesca ribereña en Jalisco y Colima es multiespecífica. Se compone de más de 100 especies de peces comerciales, entre las que destacan las de la familia Lutjanidae (huachinango y pargos), Carangidae (jureles), Haemulidae (roncos y burros), Serranidae (cabrillas) y otras muchas más. Se capturan en diferentes volúmenes y proporciones que varían a lo largo del año y entre años. Su estudio ha llevado a entender que el papel del clima y la periodicidad anual determinan su presencia y la abundancia en la pesca ribereña (Espino-Barr *et al.* 2008a).

Se ha estudiado mucho sobre la presencia de las especies en determinadas zonas geográficas. La gran mayoría de las que se encuentran en la costa de Jalisco y Colima pertenece a una zona zoogeográfica llamada Provincia Panameña, y es común para México (desde Baja California), Centro América, Colombia, Ecuador y norte de Perú (Chirichigno *et al.* 1982). Algunas especies son más norteñas y su distribución alcanza esta zona como extremo sur, y para otros peces, por el contrario, el Pacífico centro es su límite norte.

Hace 30 años inició el programa de la investigación biológico-pesquera del recurso escama ribereña, con la participación de tres investigadores,

entre los cuales la bióloga Mirna Cruz Romero sentó las bases para el estudio de este complejo tema. Hoy en día, el número de investigadores ha aumentado.

Desde el inicio se han seguido diferentes líneas de investigación, que giran alrededor del conocimiento y la evaluación de los recursos pesqueros ribereños, mediante diversos métodos y orientaciones. Entre los temas están la evaluación de la biomasa y el conocimiento del ciclo de vida de cada especie.

Gracias a la información capturada durante varios años y que se resguarda en las oficinas de Pesca, se han podido describir las tendencias de la captura y sus montos. Estas estadísticas se basan en la recopilación de los “avisos de arribo” que el pescador tiene obligación de entregar a la Oficina de Pesca y que ésta envía a la CONAPESCA; a partir de ahí se hace el “Anuario Estadístico de Pesca”.

La *figura 1* muestra los valores de la captura registrada en Jalisco y en Colima de 1970 a 2011. Históricamente, los valores de la captura ribereña van de 96 toneladas (t) a 29 000 t al año en Jalisco, y en Colima de 466 t a 11 700 t anuales. En promedio en Jalisco se han capturado 6 600 t y en Colima 2 400 t. Pero en la pesca interfieren muchos factores que producen cambios muy repentinos como los que se observan en esta figura, tales como exceso de pescadores, cambios en las poblaciones de peces y en el clima, entre otros más.

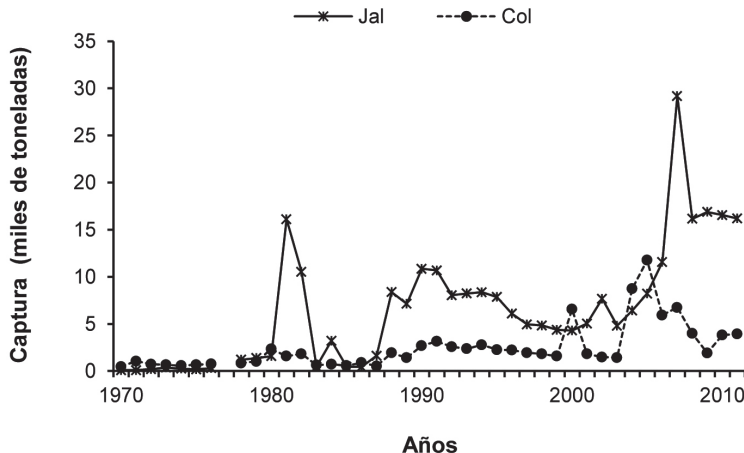


FIG. 1. Captura ribereña de 1970 a 2011. Fuente: SEPESCA [1982], SEMARNAP [2000], SAGARPA [2012].

Como comparativo se muestran gráficos de las capturas de tres especies: el huachinango (*Lutjanus peru*), el bacoco (*Anisotremus interruptus*) y el jurel (*Caranx caninus*). En los tres casos se pueden observar los grandes cambios en las capturas; así, aparentemente a mediados de los años noventa hubo aumentos considerables y nuevamente en el presente decenio (Fig. 2).

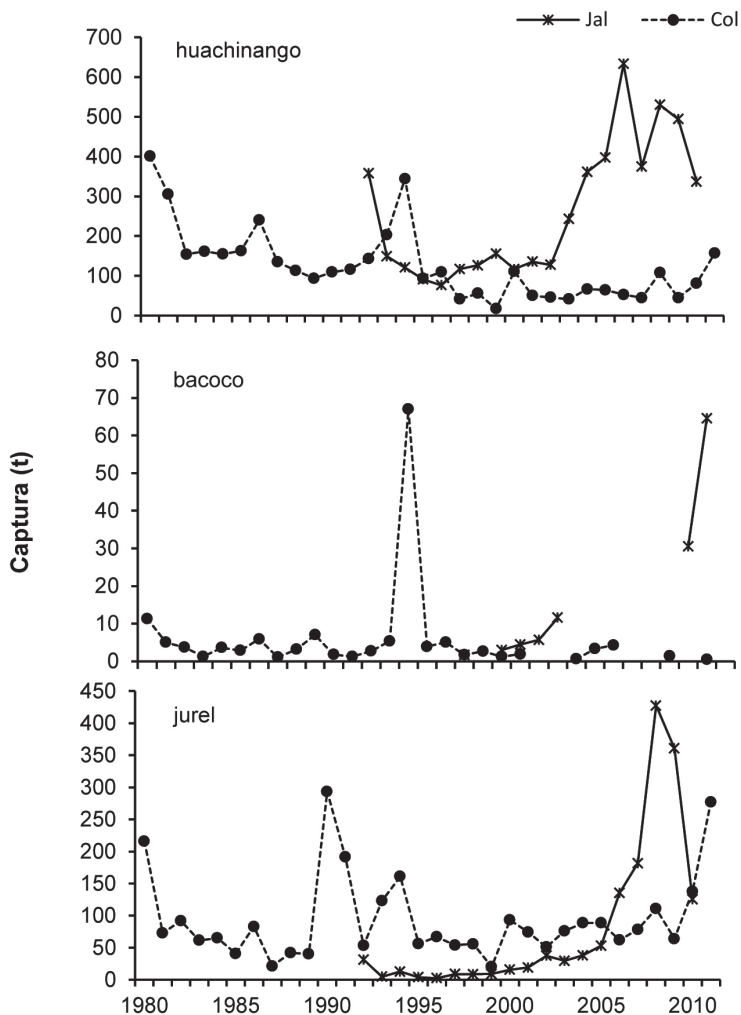


FIG. 2. Captura de tres especies registrada en las oficinas de Pesca: huachinango, bacoco y jurel.

El número de pescadores que trabajan regularmente en esta actividad se ha calculado en 3 000, pero cambia constantemente y de un año para otro.

Descripción de las operaciones de pesca

En los años ochenta, los pescadores en Manzanillo utilizaban la línea de mano (aún la utilizan, con muy pocos cambios) y redes agalleras en otras zonas. El CRIP-Manzanillo propuso el uso de dos artes de pesca que fueron adoptados y adaptados por los pescadores: el palangre escamero o parguero de fondo y la red agallera, que abarca la franja de la columna de agua cercana al fondo (García-Boa *et al.* 1996).

Hoy en día se utilizan distintos artes de pesca para la captura de los peces, la mayoría es poco selectivo, es decir, con ellos se pueden pescar muchas especies, por sus hábitos similares.

Cada día de pesca, los pescadores (dos a cuatro personas por embarcación) salen al mar en embarcaciones pequeñas (lanchas, pangas) de fibra de vidrio de 8.2 m a 10.8 m de eslora (25 a 33 pies), con motor fuera de borda de 48 a 85 caballos de fuerza (Fig. 3). Al menos una de las personas a bordo pertenece a una sociedad cooperativa de producción pesquera. Dependiendo de la especie objetivo que se quiera capturar, será el horario de trabajo; de tal forma, la red agallera o el palangre escamero se coloca con la puesta de sol, se revisa a media noche y se levanta al amanecer, se “despesca” poniendo el producto en una hielera, se guardan los aparejos en la lancha y regresan a la playa.

Si se va a pescar con línea de mano, se sale temprano por la mañana y se pesca durante 4-6 horas, pero la noche anterior los pescadores tuvieron que hacerse de carnada, ya sea comprada o que hayan pescado cerca de la playa (sardinitas).

El buceo se practica sobre todo por la mañana, aunque hay pescadores que prefieren hacerlo por la noche si pueden invertir en pilas para sus lámparas.

El arte más común en la costa de Jalisco es la red agallera (Fig. 4). Siguen en frecuencia de uso, el arpón, el gancho, ambos por buceo, la línea de mano (Fig. 5) y el palangre (Fig. 6). En Colima, la línea de mano es la más socorrida, sobre todo dentro de las bahías; después, la red agallera, el palangre de fondo y el gancho. Probablemente, la escasa variedad de



FIG. 3. Embarcación de fibra de vidrio con motor fuera de borda.

métodos de pesca se relacione con el tipo de embarcación utilizada, con las características de la región y con la capacidad económica de los pescadores ribereños. Estas embarcaciones están hechas para navegar cerca de la costa (Fig. 7).

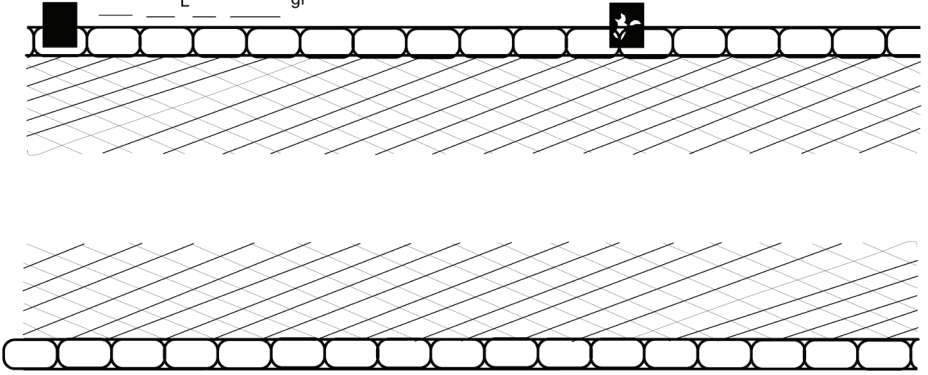
Longitud en metros abreviación del material de la relinga,
diámetro del cabo de la relinga _____ coeficiente de armadura E: _____

No. de mallas horizontales, _____

No. de mallas de caída |  _____ No. _____
dimensión de la malla estirada _____ material del paño y su diámetro _____

longitud entre boya y boya _____ mm tamaño de angola _____ mm

No. de boyas, material de la boya, tamaño y fuerza de flotabilidad
_____ L _____ gf



_____ gr

No. de plomos, material y cantidad de fuerza de hundimiento _____ mm

Longitud entre plomo y plomo _____ mm tamaño de angola _____ mm

FIG. 4. Esquema de una red agallera para fondo.

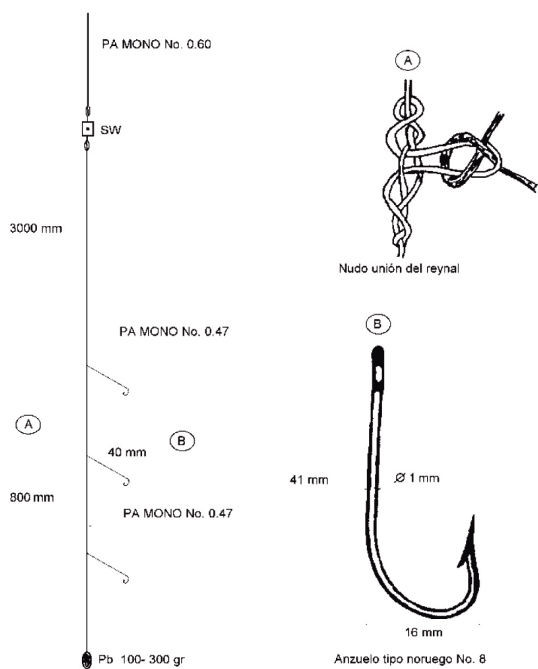


FIG. 5. Línea de mano utilizada en la captura de huachinango y pargos.

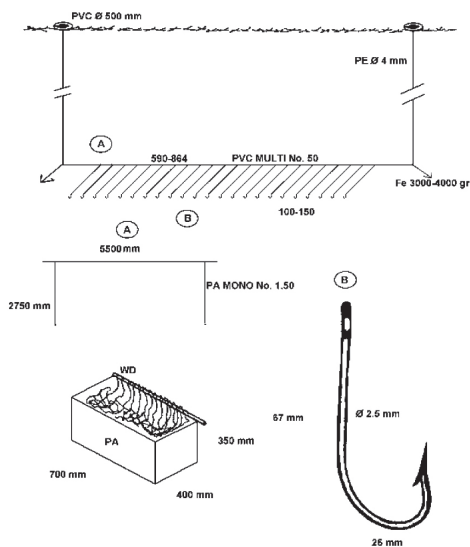


FIG. 6. Esquema de un palangre parguero de fondo.



FIG. 7. Tres artes de pesca: la embarcación de la izquierda lleva un palangre, la de en medio tiene una red agallera y la de la derecha, el compresor para buceo.

Análisis de la captura por viaje y la selectividad de los artes de pesca

Con muestreos de una semana al mes se han recabado datos de la actividad y se han evaluado la unidad de esfuerzo, la captura por viaje, los tiempos y sistemas de pesca, la conformación de especies dentro de la captura y su estacionalidad.

Evaluación biológico-pesquera de las especies de importancia comercial

El análisis de las pesquerías estudia los parámetros biológicos de una especie que se captura, para conocer cuánto y de qué manera esta actividad la afecta y cuáles deben ser los límites del esfuerzo o la presión de pesca.

Crecimiento

Entre los parámetros están los de crecimiento, que se define como el cambio de biomasa del cuerpo en el tiempo, debido al resultado neto de dos procesos metabólicos con tendencias opuestas: el anabolismo (acumulación de material celular) y el catabolismo (destrucción y pérdida de material celular). De esta manera, la combinación de ambos factores determina la tasa de crecimiento (k).

Hay diversos métodos para su análisis: el estudio de la distribución de tallas, el análisis de escamas y otolitos para calcular edad y crecimiento. En Colima y en Jalisco se han estudiado cerca de veinte especies, las más importantes y abundantes de la pesca ribereña. Como ejemplo se presentan tres: el huachinango *Lutjanus peru*, de primera categoría comercial; el bacoco *Anisotremus interruptus*, de segunda categoría, y el cocinero *Caranx caballus*, de tercera categoría en el mercado local.

Huachinango por método indirecto

Con datos de distribución de tallas mensuales se puede observar cómo se va desplazando la moda (o cómo crece la generación). Se calculó el crecimiento del huachinango (Fig. 8) con el uso del programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), que rastrea la mejor curva de crecimiento por medio de las distribuciones de longitudes mensuales (Fig. 9), por método iterativo (Pauly y David 1980, Gayanilo *et al.* 1993).

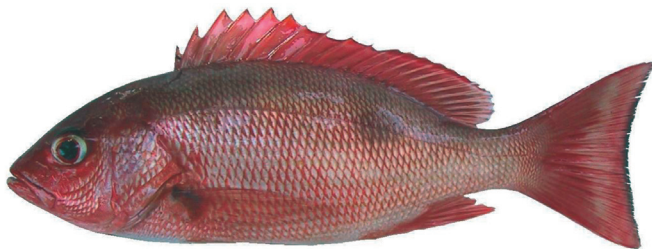


FIG. 8. Huachinango *Lutjanus peru* [Nichols y Murphy, 1922].

El huachinango se captura con red agallera y con línea de mano, principalmente. Su tamaño puede variar de 15 cm a 79 cm de longitud total y su peso de 50 g a 5.8 kg, los promedios son 28 cm de largo y 500 g de peso eviscerado. La ecuación que describe su relación es $Pe = 0.020 \cdot Lt^{2.838}$ (Espino-Barr *et al.* 2012).

Los resultados de la ecuación de crecimiento obtenidos mediante el método indirecto de los parámetros de largo asintótico (L_{∞}) y tasa de crecimiento (k) son: $L_{\infty} = 90.6$ cm, $k = 0.16$ ($R_n = 365$), el cálculo de $t_0 = -0.786$ (Espino-Barr *et al.* 2012). El gráfico de la ecuación resultante se observa en la figura 10. La longevidad de esta especie es de 18 años.

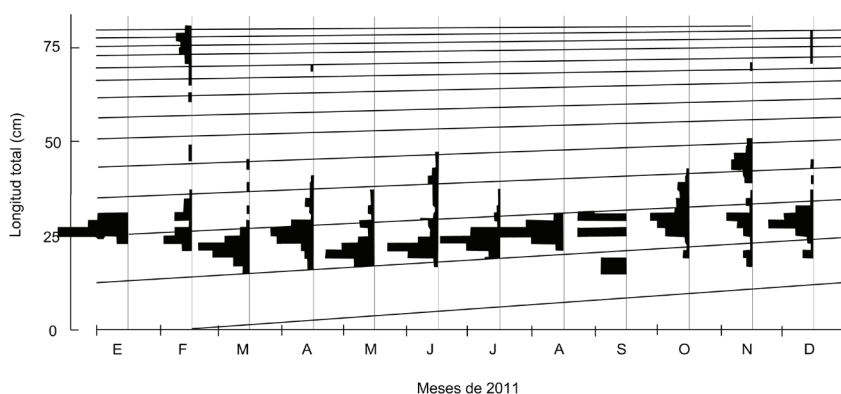


FIG. 9. Curvas de crecimiento ajustadas a la muestra de frecuencia de tallas del huachinango.

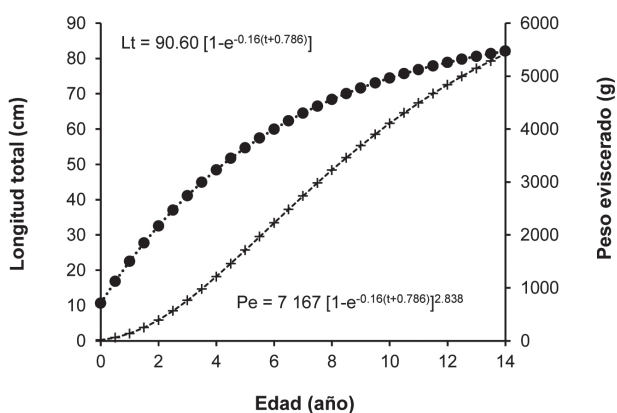


FIG. 10. Curva de crecimiento del huachinango en la costa centro del Pacífico mexicano.

Bacoco por el método directo de escamas

La escama es la parte dura del pez y es la más sencilla de obtener y de estudiar. Se toman de cinco a diez escamas de cada individuo, se analizan y se comparan según el tamaño de cada organismo. Conforme aumentan de tamaño, en ellas se marcan cambios que sufre el organismo en las diversas etapas de su vida: cambios estacionales o ambientales, periodos con mucha disponibilidad de alimento (y por tanto mayor crecimiento), migraciones, reproducción, etc.; el depósito de los carbonatos en las escamas tiene distinta dinámica. Por ello es posible estudiar estas partes duras y dar un seguimiento para dilucidar la historia de la vida del pez.

El bacoco (Fig. 11) es una especie que vive en la cercanía de los arrecifes y fondos rocosos, donde encuentra alimento y refugio con facilidad. Se captura con redes agalleras o línea de mano.



FIG. 11. Bacoco *Anisotremus interruptus* [Gill, 1862].

Sus escamas son grandes, de tipo ctenoidea (por su forma de peine) y fáciles de manipular. Al proyectar la escama se pueden observar los diferentes tipos de línea o agregaciones al ir creciendo o aumentando de tamaño (Fig. 12).

El bacoco se pesca en tallas que van de 13 cm a 47 cm de largo patrón (sin la cola, o hasta la base de la aleta caudal) y promedio de 28 cm, su peso eviscerado es de 100 g a 3.3 kg, con promedio de 850 g (González-Orozco 1999). La ecuación de la relación entre el peso y la longitud fue: $Pt = 0.046 \cdot Lp^{2.958}$. Se encontraron anillos de crecimiento de la edad dos a nueve (Gallardo-Cabello *et al.* 2003), con periodicidad anual, y se calculó la ecuación de crecimiento (Espino-Barr *et al.* 2004) (Fig. 13). El bacoco vive como máximo 19 años.

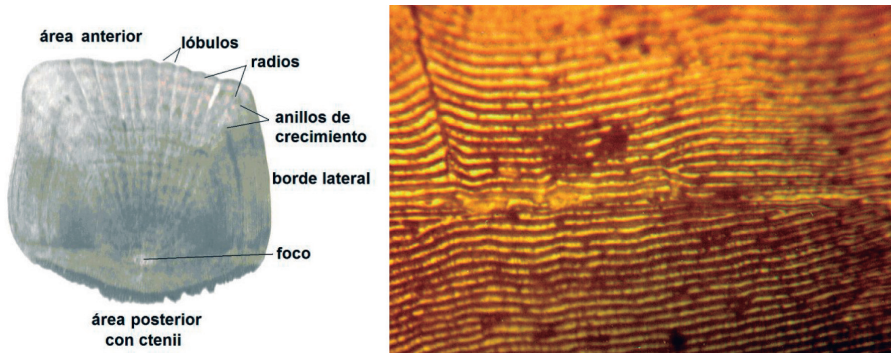


FIG. 12. Escamas de bacoco *Anisotremus interruptus*: a) fotografía de una escama y descripción de sus partes, el área anterior está embebida en la piel y la posterior está en contacto con el ambiente; b) acercamiento de un anillo de crecimiento proyectado (tomado de Espino-Barr *et al.* 2008b).

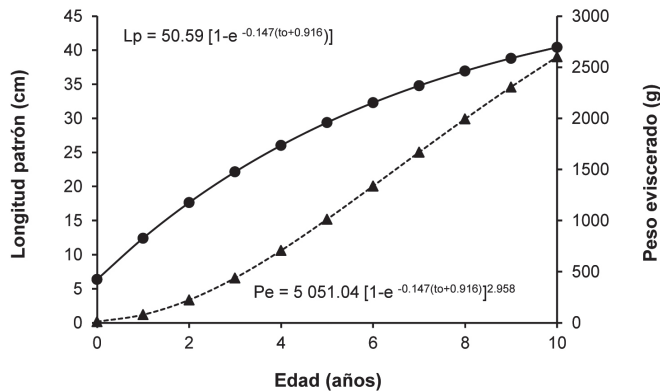


FIG. 13. Curva de crecimiento del bacoco en la costa de Colima.

Jurel por el método directo de otolitos

Otra estructura dura muy utilizada para la determinación de la edad del pez es el otolito, que se forma desde el momento en que se origina la larva. Son estructuras que se localizan en el sistema auditivo y de equilibrio de los peces. Todos los días se le agregan los carbonatos y otros componentes específicos del otolito, que incrementan su tamaño con cambios periódicos, lo que hace que se marquen anillos diarios y, otros más gruesos.

Los tamaños capturados de jurel (Fig. 14) van de 16 cm a 86 cm de longitud patrón, su peso total va de 47 gramos a 8.2 kg; sus promedios son 44 cm de longitud y 1.1 kg de peso (Espino-Barr *et al.* 2003). La ecuación de esta relación fue: $Pt = 0.04 \cdot Lp^{2.957}$.



FIG. 14. Jurel *Caranx caninus* Günther, 1867.

Se encontraron seis líneas de crecimiento en los otolitos (Espino-Barr *et al.* 2006), que se midieron en la zona posterior (Fig. 15) y se calcularon los parámetros de crecimiento para longitud y peso (Fig. 16) (Espino-Barr *et al.* 2008c). El jurel vive como máximo 12 años.

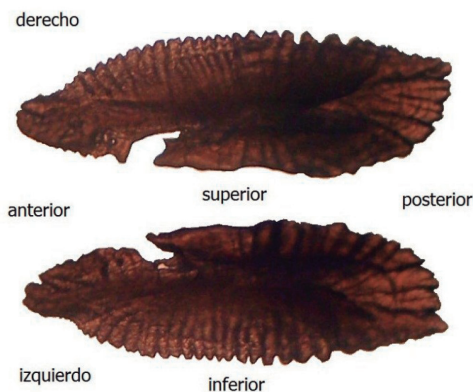


FIG. 15. Otolitos de jurel, lado externo.

Con el análisis de estas tres especies se muestra que los artes y métodos de pesca ribereña afectan de diferente manera a cada especie. Es decir, la talla de primera captura varía de una especie a otra. Ésta define el tamaño de la población con respecto al efecto de la pesca sobre los organismos. La

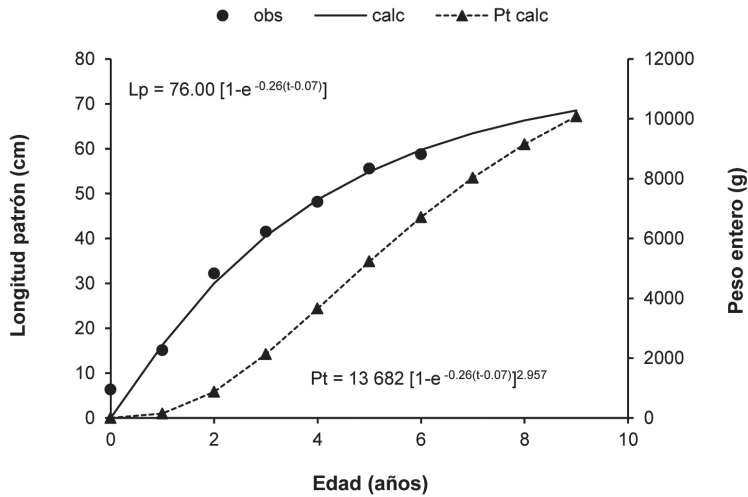


FIG. 16. Curva de crecimiento del jurel en las costas de Jalisco y Colima.

tabla 1 muestra los resultados de estos dos valores para las tres especies. Se puede observar que los datos del huachinango son menores que los de las otras dos especies, lo que se debe a que es una especie importante, objetivo, que todos los pescadores quieren capturar y por tanto utilizan diversos métodos de captura. Es una especie muy afectada por la presión de pesca.

Tabla 1

Valores de longitud y peso de reclutamiento al arte y de primera captura de las tres especies analizadas

	<i>Huachinango</i>		<i>Bacoco</i>		<i>Jurel</i>	
	<i>Lt (cm)</i>	<i>Pe (g)</i>	<i>Lp (cm)</i>	<i>Pt (g)</i>	<i>Lp (cm)</i>	<i>Pt (g)</i>
Lr	20.80	110.08	22.88	482.78	22.50	398.53
Lc	23.00	146.42	28.00	877.91	26.00	611.13

Nota: Lr = longitud de reclutamiento; Lc = longitud de primera captura; Lt = longitud total; Lp = longitud patrón; Pe = peso eviscerado; Pt = peso total.

Reproducción

El estudio del ciclo reproductivo de las especies permite conocer los meses en que los organismos están sexualmente maduros y desovan gametos para iniciar el ciclo con las larvas de vida libre en el mar. En Biología Pesquera se estudian los individuos capturados por los pescadores y se observan las gónadas. Hay varias escalas que indican los grados de madurez sexual de los peces, que describen el tamaño de la gónada con respecto al cuerpo, su coloración y su textura. La mayoría de las escalas se dividen en seis etapas o estadios o fases de madurez tanto para hembras como para machos. La fase I se refiere a organismos que aún son indefinidos; la fase II es inmaduro, a partir del estadio III va madurando; la fase V muestra gónadas turgentes, con huevecillos bien definidos, a punto de ser liberados; la fase VI es una etapa de recuperación, las gónadas están vacías y flácidas. Para el estudio pesquero, el ciclo se describe como la proporción de organismos en cada etapa a lo largo del año, y el mes o los meses con mayor proporción de organismos en estadios V y VI representan la época de desove.

Las tres especies en estudio tienen diversos meses de reproducción, que tienen que ver con las características ambientales. Se ha encontrado que muchas especies de peces tienen dos temporadas principalmente (Cabral-Solís *et al.* 2010, Espino-Barr *et al.* 2010). En el caso de las tres especies estudiadas en el presente documento, sus meses de reproducción son:

- Huachinango: marzo a mayo y agosto a octubre.
- Bacoco: marzo a junio y noviembre-diciembre.
- Jurel: febrero-abril y octubre-noviembre.

Otro valor importante en el estudio de las especies aprovechadas comercialmente es la talla de primera reproducción, es decir, la longitud a la que 50% de la población madura se captura. Para ello se analizan las longitudes de los organismos que muestran estadios de madurez. La *tabla 2* registra dichas tallas.

Tabla 2
Valores de longitud de reclutamiento al arte y de primera
captura de las tres especies analizadas

	<i>Huachinango</i>		<i>Bacoco</i>		<i>Jurel</i>	
	<i>Lt (cm)</i>	<i>Pe (g)</i>	<i>Lp (cm)</i>	<i>Pt (g)</i>	<i>Lp (cm)</i>	<i>Pt (g)</i>
L 1am	33.00	407.92	34.48	1624.41	22.43	394.62
L 1arep	45.00	983.66	40.30	2577.81	33.25	1264.73

Nota: L 1am = longitud de primera madurez, L 1arep = longitud de primera reproducción.

Mortalidad

Expresa la merma de una clase de edad (representación de una generación o grupo de edad) o del *stock* en general en el tiempo (Beverton y Holt 1959). Estas tasas de cambio (mortalidad total Z , natural M y por pesca F) se definen como la variación del número inicial de peces en un mismo periodo de tiempo y al terminar cierto periodo. Se puede calcular a partir de la distribución de frecuencia de longitudes y el modelo de curva de captura linealizada (Sparre y Venema 1995). La M , o tasa instantánea de mortalidad natural, es la merma de la población debido a enfermedad, vejez o depredación, y ésta se calcula con modelos teóricos cuyos supuestos son que en la naturaleza los peces crecen como máximo hasta 95% de su longitud asintótica y que su longevidad es indirectamente proporcional a su mortalidad natural (M). Otro modelo plantea que la mortalidad natural está relacionada con los parámetros de crecimiento L_{∞} y k y la temperatura media anual (T) del agua de la zona, que el ambiente influye en la velocidad del metabolismo, es decir, que una especie pequeña crece más de prisa y muere antes que otra de mayor tamaño. La F es la tasa instantánea de mortalidad por pesca, y se puede calcular por la diferencia de las otras dos mortalidades.

Los cálculos para huachinango son: $M = 0.385$, $F = 1.615$ y $Z = 2.000$, la sobrevivencia $s = 0.135$, lo que significa que 86.47% de la población muere al año, 19.25% de forma natural y 80.75% por pesca. La tasa de explotación $E = 0.808$, un valor elevado para el aprovechamiento de un recurso pesquero (Gulland 1964).

La mortalidad del bacoco fue: $z = 0.240$, $M = 0.154$ y $F = 0.086$, la sobrevivencia fue $s = 0.787$. Al año muere de manera natural 64.010% y por pesca 35.99%. La tasa de explotación para esta especie se calculó en $E = 0.360$, un valor bajo que teóricamente no afecta a la población de esta especie.

En el caso del jurel, su mortalidad total fue de $z = 0.910$, $M = 0.560$ y $F = 0.350$. La sobrevivencia se calculó en $s = 0.403$. De esta especie muere por razones naturales 61.54%, y 38.46% por pesca. Su tasa de explotación $E = 0.385$, significa que esta especie soporta un pequeño incremento de presión por pesca.

Los métodos de análisis presentados aquí de manera muy somera sirven para conocer el efecto de la pesca en la población de los peces. Cada especie reacciona de manera diferente y por ello debe estudiarse de forma individual, aunque la pesca ribereña afecta a todo el conjunto, y no precisamente de manera similar.

Consideraciones finales

La combinación de los valores de crecimiento, mortalidad y reproducción puede servir para establecer medidas para proteger a las especies con vedas (durante la época de reproducción) y tamaños mínimos límite de pesca (para que la especie se reproduzca y deje descendencia antes de ser capturada).

Es importante recalcar que las fechas de reproducción son diferentes para cada especie, ya que en la naturaleza cada especie ocupa un sitio especial, donde encuentra las mejores condiciones para su desarrollo. Igualmente, el crecimiento tiene sus tiempos y hay competencia por pasar las primeras etapas de su vida para no ser depredado y alcanzar las tallas adultas y edades de reproducción.

Se encontró que estas tres especies tienen distintas tasas de explotación: el huachinango, con $E = 0.808$ se encuentra aprovechado al máximo o sobreexplotado, mientras que las otras dos especies con E menores de 0.5 pueden soportar un aumento de la presión por pesca. Estos resultados deben compararse con los de otros años de análisis y con los de otros métodos, para confirmar su robustez.

Hay muchos más modelos que trabajan con los valores de la captura y del esfuerzo (Schaefer 1957, Fox 1970, Hilborn y Walters 1992, Sparre y Venema 1995). Nuevamente, los modelos desarrollados para estas evaluaciones calculan los rendimientos de una sola especie, no del conjunto de la captura (Hilborn y Walters 1992, Sparre y Venema 1995, Gallucci *et al.* 1996).

En el estudio de la pesca ribereña es muy difícil conocer el esfuerzo de pesca, por la gran cantidad de usuarios que de manera constante trabajan como pescadores, más los eventuales. La diversidad de artes de pesca también es alta, sin considerar la variabilidad de los armados y materiales de construcción. Asimismo, las evaluaciones se complican debido a que el pescador ribereño habita en pequeñas localidades a lo largo de la costa, así como al número reducido de oficinas de pesca para registrar las capturas y al escaso personal disponible para salir a los sitios de captura y acopio.

Hemos tratado de representar los resultados de una evaluación pesquera de tres especies comunes de la pesca comercial ribereña. Los resultados son muy diferentes, pero dan idea de la magnitud de la riqueza del ecosistema tropical y de la fragilidad de las poblaciones de peces que se aprovechan comercialmente para consumo humano directo.

Cabe concluir que la pesca ribereña es una actividad noble por los beneficios que brinda al usuario y al consumidor; sin embargo, debe cuidarse y hacerla sustentable sin afectar irreversiblemente a ninguna de las especies involucradas. Es necesario incluir a los pescadores en las tomas de decisiones mediante la elaboración de sistemas de información, manejo y planes de manejo.

Estudio biológico, pesquero y ecológico en la Laguna de Cuyutlán, Colima

*Un desafío para el ser humano
o para el medio ambiente*

Esther Guadalupe Cabral-Solís
Elaine Espino-Barr
Marcos Puente-Gómez
Arturo Garcia-Boa

La Laguna de Cuyutlán, ubicada en el estado de Colima, es un ecosistema costero que alberga gran diversidad de especies de peces y crustáceos que ingresan para alimentarse y resguardarse de sus depredadores a la vez que es barrera de protección continental y bello paisaje. Dado que ha sido objeto de modificaciones físicas y biológicas que reestructuran su enfoque ecosistémico, diversas ramas de la ciencia han realizado investigaciones con el enfoque y las perspectivas de desarrollo pero fundamentalmente por la necesidad de conocer y analizar el ecosistema de mayor extensión, riqueza y biodiversidad en el estado de Colima.

Los primeros trabajos de investigación en esta laguna se encaminaron básicamente al desarrollo de la acuicultura a principio de los años

ochenta. Más tarde, al integrarse personal de la Subdelegación de Pesca al ahora Instituto Nacional de Pesca se realizaron otros trabajos, entre los que destacan el de Baltierra-Rodríguez *et al.* (1987), sobre el camarón. Se realizó la evaluación ecológica para promover la rehabilitación de la laguna (Anónimo 1982); Ascencio-Borondón (1985) efectuó la investigación sobre camarón y medio ambiente en la laguna, caracterización de la calidad del agua y el potencial productivo en la laguna. Posteriormente, Salgado-Mejía *et al.* (1998) investigaron la diversidad de la ictiofauna e integraron una base de información sobre la problemática social generada por las acciones de daños ambientales y políticas de desarrollo en esta laguna, con la participación del doctor Breton de Canadá.

Salgado-Mejía *et al.* (1994) estudiaron la dinámica poblacional de la jaiba. A partir de lo que ha sido denominado “demandas del sector industrial”, se derivaron los trabajos de manifestación de impacto ambiental modalidad intermedia sobre el dragado del canal de comunicación y canales interiores (Arano y Guzmán-Barrera 1998), así como los estudios sobre dragados y dinámica lagunar. Finalmente, Cabral-Solís y Salgado-Mejía se integran al programa de ordenamiento pesquero de la laguna realizando trabajos sobre pesquerías y calidad del agua (Salgado-Mejía *et al.* 1998). Se analizaron aspectos relacionados con la edad (Cabral-Solís 1999, Espino-Barr *et al.* 2005) y el crecimiento (Gallardo-Cabello *et al.* 2005), reproducción y pesquería de la lebrancha (*Mugil curema*) (Cabral-Solís *et al.* 2006, 2007) y el efecto de la apertura del Canal de Tepalcates en la diversidad, la abundancia y la calidad del agua (Cabral-Solís 2011). Al presentarse una reestructuración en 2002, el programa de ordenamiento pesquero de la laguna fue integrado al programa de pesca ribereña, donde participan los coautores de este documento en la investigación de este cuerpo lacustre.

Este cuerpo lacustre ha sido fuente de conocimientos para varios investigadores que han elaborado sus trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, entre los que se encuentran:

1. Los factores que influyen en la productividad de la Laguna de Cuyutlán (Mena-Herrera 1979).
2. Estudio ictiológico de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Características ambientales y poblacionales (Núñez-Fernández 1981).
3. Vidaurri y Gaytán (1982) hicieron la tesis “Maduración gonádica de la lisa *Mugil curema* Linnaeus en la Laguna de Cuyutlán”.

4. Chávez-Comparán (1982) realizó la tesis titulada Consideraciones sobre hábitos alimenticios de ocho especies de peces en la Laguna de Cuyutlán, Col. y realizó un estudio sobre La pesquería del camarón en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (1994-1997).
5. Andrade-Tinoco (1998) desarrolló el documento “Análisis de la pesquería de camarón de la laguna de Cuyutlán, Colima, México”.
6. Estrada-Valencia y Espino-Barr (2006) analizaron la dinámica poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* Odway, 1863, en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México.

En los años noventa, Quijano *et al.* (1992) realizaron un análisis del efecto de la apertura hecha en Tepalcates por un ciclón.

Con la información generada de los muestreos se redactaron opiniones técnicas para el sector pesquero, se participa en eventos especiales tales como foros y congresos, se elaboran informes técnicos y de investigación, se presentan trabajos sobre variación de los sedimentos, modificaciones al enfoque ecosistémico entre otros.

A pesar de esta cantidad de investigaciones, que dan prueba y comprueban que la laguna es una área de resguardo, crecimiento, reproducción de muchas especies importantes para el ecosistema y comercialmente, y donde se ha mostrado que la laguna costera es un ecosistema fundamental para conservar la biodiversidad y sostener diversas pesquerías, no se ha podido frenar la política de desarrollo sin generar un gran deterioro del medio ambiente.

En el presente escrito se presentan algunos análisis de abundancia de las especies de peces que se utilizan comercialmente.

La Laguna de Cuyutlán se ubica en el litoral del Océano Pacífico, en la planicie costera del estado de Colima, entre 103°57' y 104°19' LO y 18°57' y 19°50' LN. Colinda al norte con la Bahía de Manzanillo y al sur con el río Armería (Fig. 1).

Análisis de la diversidad

Desde 1999 se han realizado muestreos mensuales, las recolectas de peces y crustáceos así como el análisis de la calidad del agua, en 14 sitios o

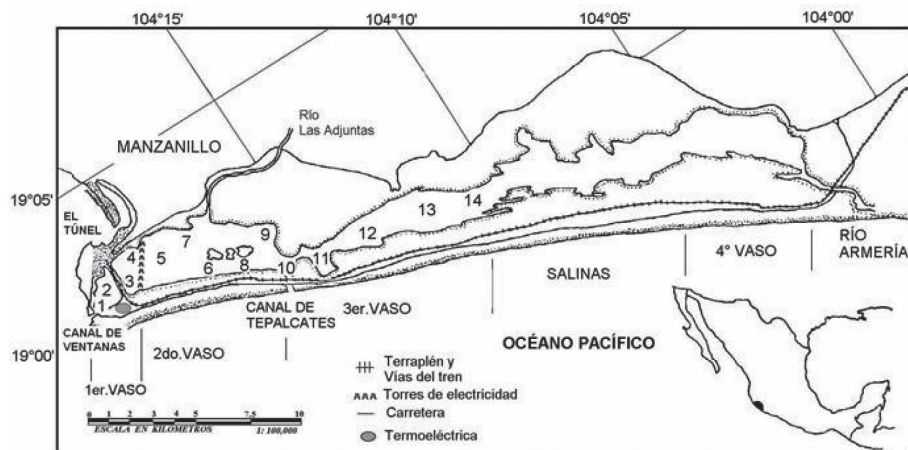


FIG. 1. Laguna de Cuyutlán, Colima, México.

estaciones ubicados en entradas de agua marina y cercanas a cada obra realizada en la Laguna de Cuyutlán. Se utiliza una red agallera de 5.7 cm (2.25 plg) de tamaño de malla, con una longitud de 120 m y un metro de caída. Se identifica y cuantifica el número de organismos obtenidos por sitio de muestreo, se colocan en una bolsa que se deposita en una hielera y se trasladan al laboratorio.

La determinación taxonómica se llevó a cabo con la ayuda de los catálogos, guías y claves de Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Castro-Aguirre (1978), 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). Asimismo, se miden la longitud patrón y total (cm) y el peso total (g). Con esta información se elaboró la ficha de cada especie capturada durante los muestreos con su nombre científico actualizado y su arreglo sistemático con base en Nelson *et al.* (2004). El número de especies analizado hasta el momento es de 58, de 33 familias. La que tiene mayor número de especies es la familia Carangidae con nueve especies, le siguen la Lutjanidae con cinco especies, las familias Centropomidae y Sciaenidae con cuatro especies y las Gerreidae y Haemulidae con tres especies cada una.

Durante 2002, la mayor abundancia de organismos recolectados fue durante julio, mayor a 300 organismos y el menor número fue en enero

(Fig. 2a). En el caso de los sitios, las que presentaron mayor abundancia fueron las estaciones seis, uno y doce (Fig. 1, 2b).

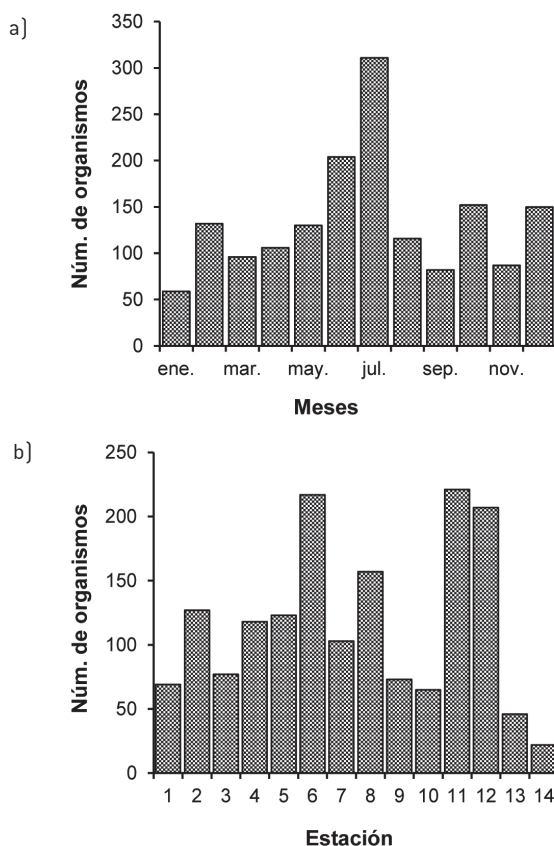


FIG. 2. Abundancia de organismos por mes en el año 2002.

El número de organismos con respecto al número de especies y su efecto con la apertura y el cierre del canal de Tepalcates mostró que cuando éste permanece abierto (2001 y 2003), la abundancia aumenta a más de 2 500 organismos por año, y cuando se cerró (1999 y 2005), se encontró el menor número de especies (Fig. 3).

En el estudio de la comunidad se estima la riqueza específica o la variedad de especies, equitatividad (término que significa equilibrio entre la distribución o prorateo de los individuos por especie) relacionada con

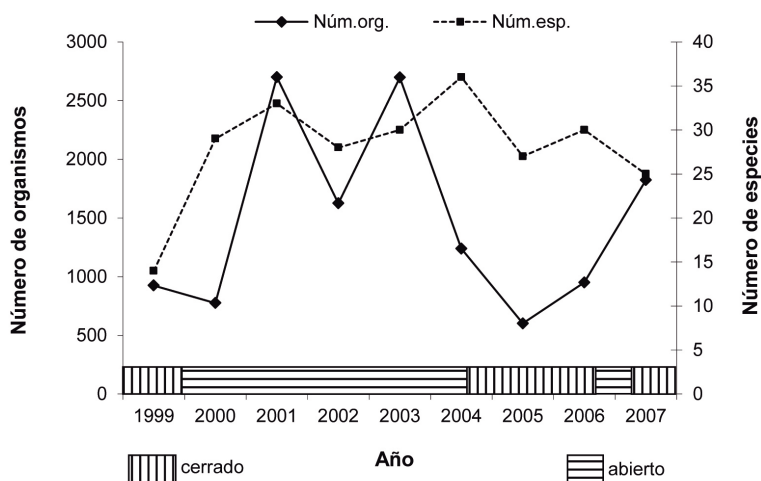


FIG. 3. Análisis conjunto de recolecta de organismos con respecto al número de especies mostrando el efecto de apertura o cierre del canal de Tepalcates durante el periodo 1999 a 2007.

la distribución o el prorrato de los individuos y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Odum 1982). El análisis de las especies dominantes se realiza con el índice de valor biológico (IVB) propuesto por Sanders (1960). Se aplica un análisis de varianza para estimar si existen diferencias significativas en los índices ecológicos durante el periodo de muestreo y un análisis de mínimas diferencias significativas (MDS) para identificar los tratamientos que son diferentes.

La tendencia del índice de diversidad durante 1999 (canal de Tepalcates cerrado) muestra diferencias entre las estaciones (Fig. 4). Mientras más alejado de la zona de influencia del mar y los parámetros ambientales sean más extremos, menor el valor de la diversidad.

Se analizó la similitud de la abundancia entre meses y sitios de muestreo (Fig. 5), para definir el perfil de la composición de las variables (Dillon y Goldstein 1984, Ludwig y Reynolds 1988, Hair *et al.* 1995). Se observó que se separan los meses cálidos de los demás y en este segundo grupo se separan los meses cálidos de los fríos. Las especies tienden a comportarse de manera similar, ya que los cambios ambientales las afectan.

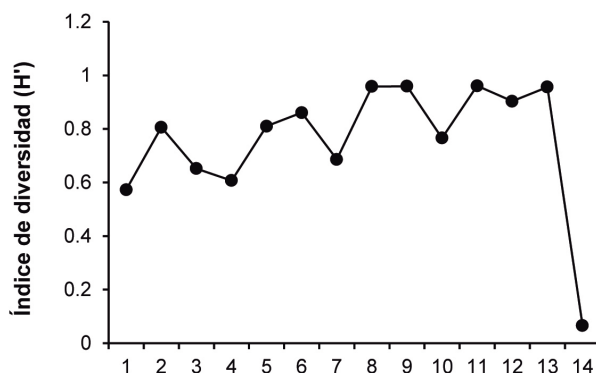


FIG. 4. Índice de diversidad de las estaciones de muestreo en la Laguna de Cuyutlán durante 1999.

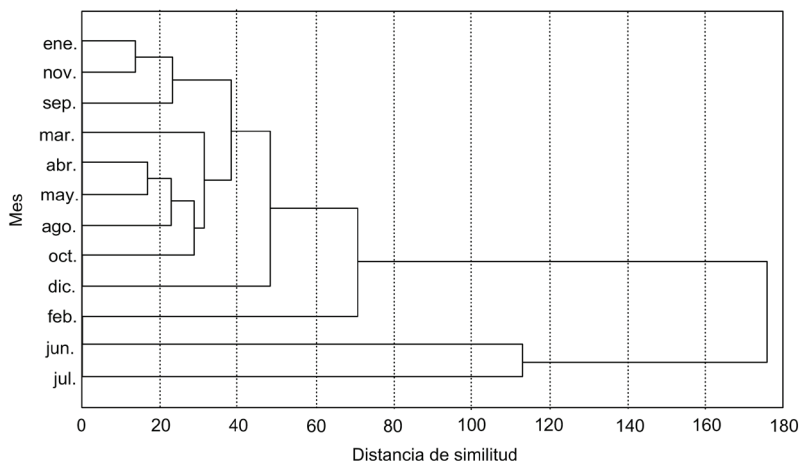


FIG. 5. Dendrograma de similitud entre los meses, por promedio de grupos no ponderados y distancia euclidiana.

Estadísticas pesqueras

El análisis de la información oficial recabada de los avisos de arribo permite identificar las especies más abundantes. La *figura 6* muestra que la jaiba es un recurso abundante (21 748 kg), seguida de la malacapa (19 165 kg), la lisa (16 628 kg) y la rayada (16 008 kg). Las menos abundantes son el lunarejo (89 kg), el langostino (80 kg) y la rasposa (60 kg), durante el año.

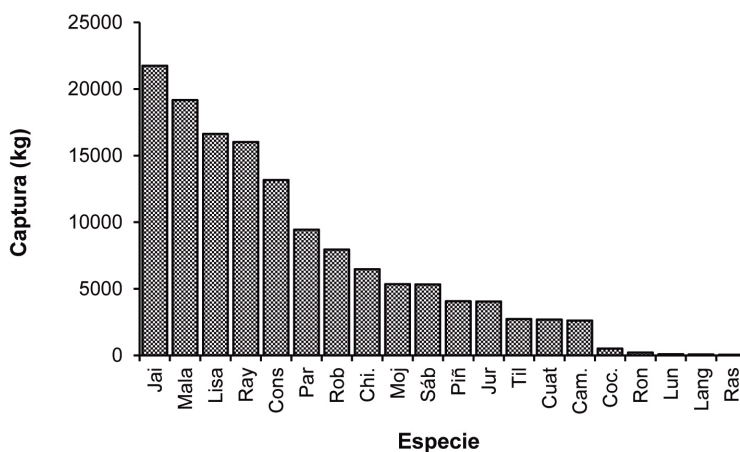


FIG. 6. Captura comercial reportada por especie ordenadas de mayor a menor en la laguna.

La *tabla 1* muestra la captura por organización social tanto permisionarios como sociedades cooperativas. En la actualidad, la expedición de permisos de pesca se ha incrementado, lo que crea una presión por pesca en el recurso, además disminuyen las capturas por embarcación.

Tabla 1

Capturas reportadas en los avisos de arribo por las sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP) y permisionarios de la Laguna de Cuyutlán

<i>Organización</i>	<i>Captura (kg)</i>	<i>Global (kg)</i>
SCPP 1	52 992	
SCPP 2	23 440	
SCPP 3	20 533	
SCPP 4	10 350	
SCPP 5	7 954	
SCPP 6	1 261	
SCPP 7	1 220	
Subtotal		117 750
Permisionario 1	11 045	
Permisionario 2	6 724	
Permisionario 3	1 155	
Permisionario 4	845	
Permisionario 5	539	

Tabla 1 (continuación)

<i>Organización</i>	<i>Captura (kg)</i>	<i>Global (kg)</i>
Permisionario 6	145	
Permisionario 7	130	
Subtotal		20 583
Total		138 333

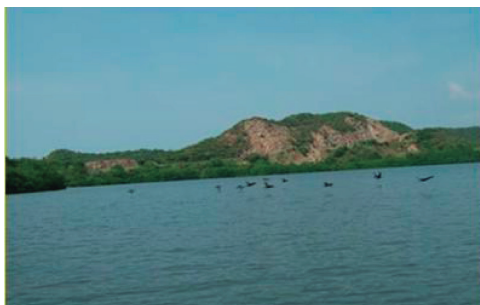
La Laguna de Cuyutlán tiene otras vocaciones: el manglar y lo que implica como zona de protección para crías y mitigación de impactos ambientales. Sus zonas extremas han servido por varios centenares de años para la producción de sal. Hoy en día se mantienen de la actividad más de 400 familias, organizadas en cooperativas. La Laguna de Cuyutlán es resguardo para aves migratorias; cada año arriba para invernarse gran número de aves que aprovechan las islas como resguardo y las especies del agua como alimento.



Zona de manglares.



Área de las salinas



Anidación de aves migratorias y residentes

Consideraciones finales

Después de la apertura del Canal de Tepalcates en enero del año 2000, con el objetivo principal de rehabilitar la Laguna de Cuyutlán, se han observado cambios en la comunidad de peces. Sin embargo, al analizar de manera más detallada cada estación de muestreo por mes, se encontraron variaciones debidas a cambios estacionales y a la influencia de agua marina.

Los índices de diversidad, equitatividad y de riqueza específica siguieron una tendencia aparentemente cíclica y se determinaron valores extremos menores de uno; pero se deberán comparar los valores obtenidos en estudios anteriores para definir la tendencia a lo largo de un periodo de tiempo mayor.

En estudios anteriores, Cabral-Solís y Espino-Barr (2004) reportaron la estación 7 como la de más baja captura; en el periodo enero-diciembre de 2002, 2004 y 2005 la estación 14 fue la que tuvo menos abundancia; sin embargo, la que presentó el mayor número de organismos fue la estación 5, lo que permite suponer que los nichos ecológicos se reubican y adaptan a las nuevas condiciones de la laguna.

Se coincide con la teoría de que la apertura de la boca es un cambio positivo en la laguna desde el punto de vista de la calidad del agua y la riqueza de especies. Al homogeneizarse las condiciones de la laguna con las condiciones marinas, se incrementa la presencia de especies afines a estas características. Existían factores extremos de salinidad, concentración de nutrientes, bajos niveles de oxígeno disuelto y altos niveles de pH (Salgado-Mejía y Ascencio-Borondón 1995). Con el flujo del agua marina,

estos parámetros han tendido a equilibrarse y a no ser tan extremos como antes de la apertura del Canal de Tepalcates, aunque los parámetros ambientales siguen respondiendo estacionalmente.

Para las sociedades cooperativas y los permisionarios que operan en el cuerpo lagunar también ha habido cambios. Los permisionarios tienden a registrar mayores capturas que las cooperativas, lo que no tiene que ver con los cambios lagunares sino con cuestiones sociales.

Aunque el número de especies reportadas comercialmente es menor a las encontradas durante los muestreos, las especies de mayor captura coinciden.

La captura comercial de jaibas es superior a la de los muestreos, pues se lleva a cabo de manera especializada (Estrada-Valencia y Espino-Barr 2006), y en el trabajo de campo se considera como pesca incidental. Los volúmenes de captura aparentemente han disminuido; empero, se han detectado que algunos pescadores libres no registran oficialmente capturas considerables.

Aunque se supone que la laguna sufrió un fuerte impacto ambiental por la apertura del canal, los organismos tienden a adecuarse al hábitat nuevo, pero aún no alcanza la laguna su estabilidad.

Las especies que siguen siendo las de mayor abundancia son la jaiba, la lebrancha, la malacapa, la rayada, el sábalo, el jurel, la tilapia y el chile. La especie de mayor beneficio económico es el camarón, pues alcanza a tener un precio de \$100.00 M.N. por kilogramo.

La abundancia por sitio de muestreo es variable; pero se observa una tendencia a la baja en áreas de poca profundidad. Los pescadores han aprendido a aprovechar estos lugares para su beneficio, con artes de pesca que se colocan en círculo, con tapos para el camarón (arte de pesca fijo que consiste en una barrera que deja pasar el agua y concentra las especies que se quieren capturar), o encierros para que crezcan por una temporada.

Cruz de Loreto, Tomatlán, Jalisco

Elaine Espino-Barr
Esther Guadalupe Cabral-Solís
Arturo Garcia-Boa
Marcos Puente-Gómez

Las lagunas costeras son cuerpos de agua situados a lo largo del litoral que tienen una comunicación permanente con el mar y una entrada de agua dulce proveniente de ríos; en algunos casos la boca se llega a cerrar por causas naturales durante cierto tiempo. Son consideradas como los ecosistemas más productivos del mundo (Day *et al.* 1989, Costanza *et al.* 1993, Barbier *et al.* 1996), y en ellas se desarrollan procesos biogeoquímicos importantes para muchas especies de plantas y animales (Costanza *et al.* 1993).

Estas lagunas se forman como resultado del encuentro de dos tipos de agua: salada del mar y dulce del río, lo que hace que sea salobre. Este tipo de agua le otorga una característica especial al cuerpo de agua llamada estuarinidad, y le confiere un comportamiento ecológico muy especial y propio de cada laguna (Portilla-Ochoa 2005). Es por esto que los altos grados de productividad de los ambientes acuáticos permiten que puedan sustentar a muchas especies de aves migratorias y residentes (Warnock y Takekawa 1995), en particular a las que tienen hábitos acuáticos (Davidson *et al.* 1991, Ens *et al.* 1994).

Tal es el caso del sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño (Fig. 1), en el que si bien se han realizado actividades relacionadas con la pesca, conserva las características sanas de un ambiente prístino.

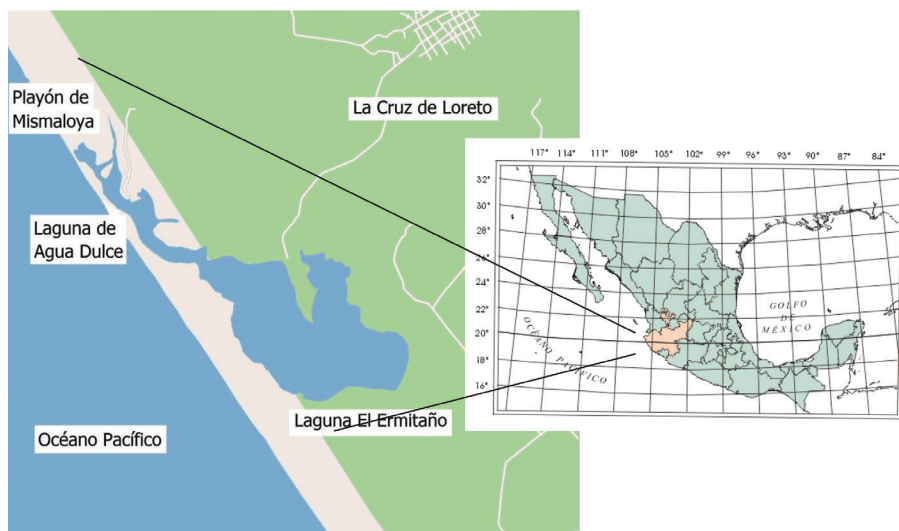


FIG. 1. Laguna Agua Dulce y El Ermitaño, Jalisco (INEGI 2000, Google Earth 2012).

Las lagunas protegen a especies que ahí se reproducen o a larvas que se alimentan y se resguardan de los depredadores del mar. Además, al ser sitios donde viven muchos organismos en forma permanente, son importantes para las comunidades cercanas (Contreras 1985) por la pesquería que ahí se desarrolla. Las pesquerías litorales dependen de la presencia de lagunas costeras y manglares.

El litoral de Jalisco posee 350 km, pero solamente 32 km² de superficie estuarina (Yáñez-Arancibia 1978). Esto se debe a que la costa está muy cerca de la sierra y desembocan en la costa pocos ríos caudalosos (Lankford 1977). Por ello, su importancia ecológica dentro de la región o zona del Pacífico Central Mexicano radica en que son hábitats críticos para la reproducción de un importante número de especies marinas (Castro-Aguirre *et al.* 1999). Estos cuerpos de agua poseen interés comercial y, en conjunto con las tres lagunas costeras de Colima, representan los únicos fragmentos significativos de este tipo de hábitat en 400 km del litoral

occidental mexicano (Mariscal-Romero 2002, Mariscal-Romero y Gaspar-Dillanes 2004).

El sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño sobresale por su importancia económica en las escalas local y regional, por su potencial turístico, su pesca sustentable y porque la cooperativa de Cruz de Loreto ha tratado de mantenerlo en estado rentable. Además, este humedal junto con otros siete de la costa de Jalisco tienen la designación de sitios Ramsar (denominación de importancia internacional por su biodiversidad, entre otras cosas). Lo relevante de estas designaciones como sitios Ramsar y de aquellos humedales sin designación, es que existe un compromiso muy importante por parte de los gobiernos estatal y federal por la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, que no implica una restricción de uso, disfrute y de realización de actividades y proyectos turísticos (Ferrer 2008).

Las lagunas de Agua Dulce y El Ermitaño se encuentran en la costa del Pacífico Mexicano, en la reserva Playón de Mismaloya, Jalisco, México (19°58'-20°05' LN y 105°27'-105°33' LO). Se ubican en la playa denominada Mismaloya, a 4 km del poblado La Cruz de Loreto (Fig. 1). Tienen una superficie de 696 hectáreas con una orientación de noroeste a sureste y profundidades que varían entre 2 metros y 4 metros.

Su principal aporte de agua proviene del estero El Ermitaño, que está unido al Agua Dulce por una compuerta artificial. Hernández-Vázquez (2005) describió que alrededor de la laguna hay una superficie aproximada de 604 m² de selva baja caducifolia al margen del cerro rocoso, una planicie de *Batis maritima* (hierba de la raya) presente con diferentes densidades en todo el margen de la laguna, al igual que *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botón) que en el extremo noroeste y sureste alcanzan una altura de hasta tres metros. También hay *Thypha* sp. (enea). En su extremo pegado al mar se extienden grandes dunas que albergan a *Acacia* sp. (mimosa acuática), *Prosopis* sp. (algarrobo) y *Opuntia* sp. (tuna). El estero El Ermitaño tiene una superficie de 318 hectáreas con profundidades de entre 0.8 a 3 m. Sus aportes de agua más importantes son por el río María García y por los canales de irrigación provenientes de la presa Cajón de Peña. La comunicación con el mar es a través de una boca-barra que se encuentra al noroeste y su apertura depende de la conexión. La orilla más próxima a la porción continental de esta franja costera

está circundada por *L. racemosa* (mangle blanco), *Thypha* sp. (enea) y *Pragmites australis* (carrizo).

Laguna Agua Dulce

La laguna Agua Dulce tiene un espejo de agua de aproximadamente 6.5 km² (Fig. 2). Se localiza al norte del sistema lagunar, conectado a la laguna de El Ermitaño por un canal construido por los pescadores, con el cual se abastece de agua.



FIG. 2. Vegetación circundante y playas en la laguna Agua Dulce.

Estero El Ermitaño

El estero El Ermitaño tiene un espejo de agua de 2.9 km² y es el cuerpo de agua que recibe constantemente agua dulce del sistema de riego de la región, desde la presa Cajón de Peña.

Según los usuarios, cuando el nivel tiende a subir, abren una boca en la barra de arena hacia el mar para desfogarla. La otra salida que tiene esta

laguna es hacia la laguna Agua Dulce a través de un canal de alrededor de 4 km de largo, construido por la sociedad cooperativa en la década de los años sesenta, para evitar que se secase, ya que con las modificaciones del sistema de riego se le cortó la entrada de agua natural (Fig. 3).



FIG. 3. Laguna El Ermitaño y canal de comunicación entre las dos lagunas.

Registros oficiales

La captura reportada por la cooperativa a la Oficina de Pesca presenta grandes fluctuaciones a lo largo de los años 1992 a 2010, de 17 t (1993) hasta 139 t en 2006. En 2002 la producción pesquera fue baja (20 t) y desde entonces presentó una tendencia positiva hasta 2006, pero en 2007 nuevamente disminuyó la captura, para volver a aumentar a partir de 2008 (Fig. 4). Un ajuste de tendencia de largo plazo muestra aumento.

En la *tabla 1* se presenta la captura por especie de 19 años registrados en la Oficina de Pesca. La última columna se refiere a la proporción de

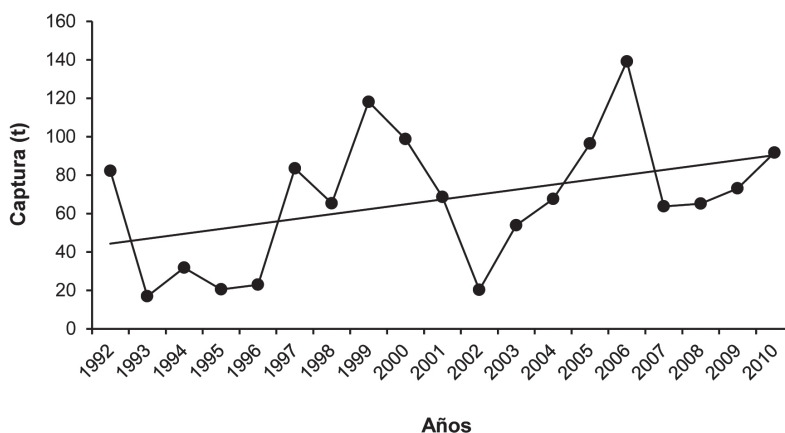


FIG. 4. Captura anual registrada de 1992 a 2010 en el sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño [Fuente: avisos de arribo].

cada especie con respecto al total. Los registros oficiales desglosan la captura en 29 especies y un rubro de “Otras”.

La lisa *Mugil curema* representa 32% de la producción, la mojarra 25%, y así sucesivamente. Las primeras dos especies suman 55%, las primeras cuatro hasta 77% y la primeras diez hasta 95% (Tabla 1).

Estas especies mantienen a la cooperativa y en particular el camarón es el recurso que más les reditúa.

La captura mensual registrada en la Oficina de Pesca de 1992 a 2010 se representa en la *figura 5*. Se observan grandes fluctuaciones, desde 0 kg registrados en algunos meses, hasta un caso extraordinario de 55.5 t en noviembre 1999 y 33 t en enero 2006. Algunos picos son de julio entre 1992 y 1998 y después de 1999; otros corresponden en su mayoría a abril. A lo largo de los años no se observa una clara tendencia, pero sí una periodicidad.

Al juntar todos los años y separarlos por mes, se puede definir la periodicidad. La *figura 6* representa el comportamiento mensual de los 19 años. Se puede observar una tendencia positiva hacia diciembre y unos picos en abril, julio-agosto y en noviembre. Este último mes se ve desfasado por el valor extremo de noviembre 1999.

Muestreos biométricos: En un día de muestreo cada mes de junio de 2002 a diciembre de 2011 se tomaron medidas y peso a cada individuo de

Tabla 1

Resumen de la captura en el sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño de 1992 a 2010 y su conformación proporcional de especies

Núm.	Nombre común	Nombre científico	Captura (t)	%	% acum.
1	Lisa	<i>Mugil curema</i>	416.496	32.56	32.56
2	Mojarra	<i>Gerres cinereus</i>	312.589	24.44	57.00
3	Cuatete	<i>Ariopsis seemanii</i>	146.370	11.44	68.44
4	Tilapia	<i>Oreochromis</i> sp.	87.619	6.85	75.29
5	Jaiba	<i>Callinectes arcuatus</i>	61.285	4.79	80.08
6	Camarón	<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	56.221	4.40	84.48
7	Robalo	<i>Centropomus nigrescens</i>	55.464	4.34	88.81
8	Pargo	<i>Lutjanus argentiventris</i>	49.540	3.87	92.69
9	Cabezuda	<i>Mugil cephalus</i>	32.073	2.51	95.19
10	Malacapa	<i>Diapterus brevirostris</i>	16.181	1.27	96.46
11	Constantino	<i>Centropomus robalito</i>	11.015	0.86	97.32
12	Barracuda	<i>Sphyrna ensis</i>	11.011	0.86	98.18
13	Jurel	<i>Caranx caninus</i>	6.402	0.50	98.68
14	Otras	spp.	6.294	0.49	99.17
15	Chile	<i>Elops affinis</i>	2.633	0.21	99.38
16	Burro	<i>Pomadasys elongatus</i>	2.062	0.16	99.54

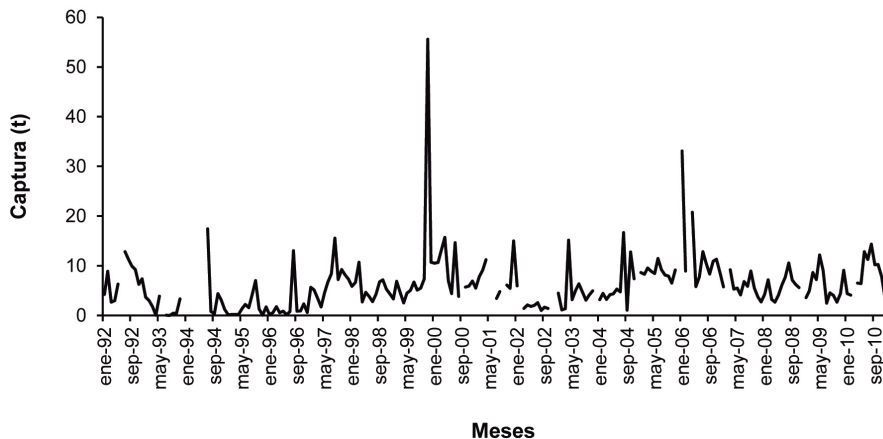


FIG. 5. Captura mensual registrada en la Oficina de Pesca por pescadores cooperativados que trabajan en el sistema estuarino Agua Dulce-El Ermitaño 1992 a 2010.

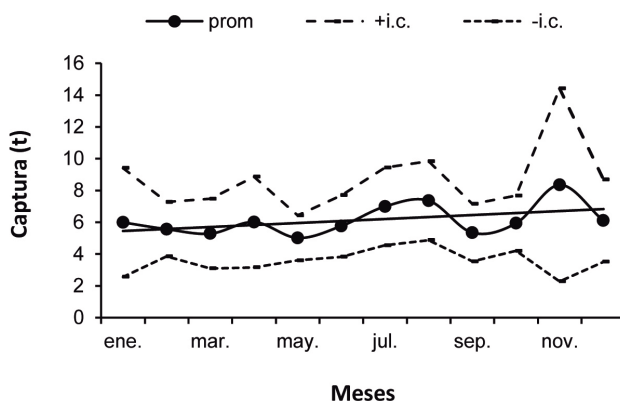


FIG. 6. Captura mensual promedio [prom] e intervalos de confianza [i.c.] de la cooperativa del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño, 1992 a 2011.

todas las especies de la captura comercial en las instalaciones de la cooperativa. Cada muestreo representa una fotografía de la actividad en las lagunas. Al juntar todas estas “fotografías” es posible observar periodicidades o tendencias en las poblaciones de las especies.

En total se tienen registros biométricos de 15 592 organismos representados por 54 especies de 26 familias, de las cuales 22 son de peces, tres de crustáceos y uno de moluscos. Las familias con mayor número de especies fueron: Carangidae y Lutjanidae con seis especies cada una, les sigue Gerreidae con 5 especies, Centropomidae y Sciaenidae con cuatro cada una.

En la *tabla 2* se presentan el nombre científico, familia, nombre común de las 15 especies más abundantes y su porcentaje con respecto a la abundancia total; representan 90% de la producción. Las de mayor abundancia fueron la rayada, la liseta o lebrancha, el camarón, el constantino y la piña. Las diferencias observadas en la *tabla 2* con respecto a la *tabla 1* se deben a que en los registros oficiales se tiende a agrupar las especies por nombres comunes genéricos, como las mojarras con seis especies.

La *figura 7* muestra la abundancia de organismos que se midieron en la cooperativa en cada mes, se puede observar que de 2002 a 2004 hay fluctuaciones muy amplias que se vuelven a repetir hacia 2008, y después hay una tendencia a disminuir. Además parece haber una periodicidad dentro del año. En cuanto al número de especies, se observa un comportamiento muy similar al del número de organismos. Ambas series muestran una tendencia negativa hacia el final de la serie, es decir, de 2010 a la fecha han disminuido.

Tabla 2

Nombre científico, familia, nombre común, número de organismos y porcentaje de las especies identificadas durante los muestreos realizados en el sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño, de junio 2002 a diciembre 2010

Familia	Nombre científico	Nombre común	Núm. de ind.	% de abundancia
Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	mojarra rayada	1 626	15.68
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	liseta	1 350	13.02
Penaeidae	<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	camarón café	1 042	10.05
Centropomidae	<i>Centropomus robalito</i>	constantino	937	9.03
Carangidae	<i>Oligoplites altus</i>	piña	586	5.65
Portunidae	<i>Callinectes arcuatus</i>	jaiba	574	5.53
Gerreidae	<i>Diapterus brevirostris</i>	malacapa	514	4.96
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	alazán	484	4.67
Ariidae	<i>Ariopsis seemanni</i>	cuatete	453	4.37
Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	mojarra plateada	390	3.76
Lutjanidae	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	mulato	320	3.09
Centropomidae	<i>Centropomus nigrescens</i>	robalo negro	284	2.74
Gerreidae	<i>Eugerres lineatus</i>	mojarra barcina	277	2.67
Gerreidae	<i>Eucinostomus currani</i>	charrita	241	2.32
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	cabezuda	206	1.99

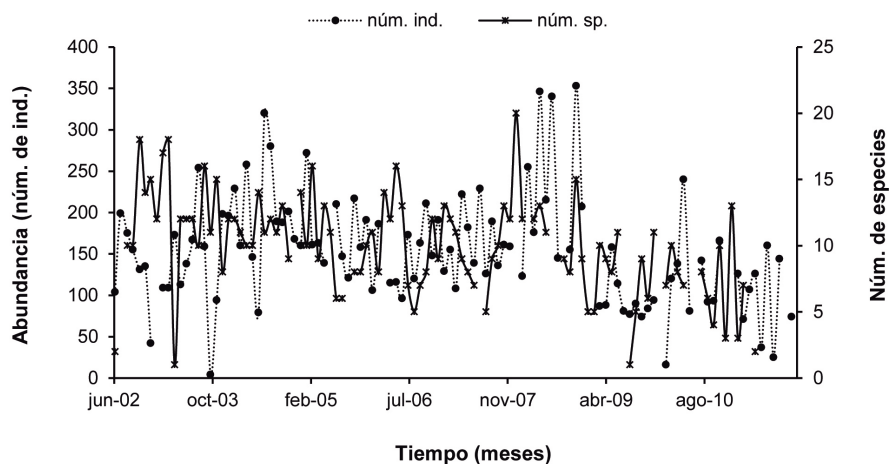


FIG. 7. Número de organismos muestreados por mes en la zona de acopio del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño entre junio 2002 y diciembre 2011.

La *figura 8* muestra la periodicidad dentro del año promedio. Durante verano se observa un aumento de individuos. Esto mismo sucede con el número de especies, que tiene un pequeño aumento en el verano (Fig. 9).

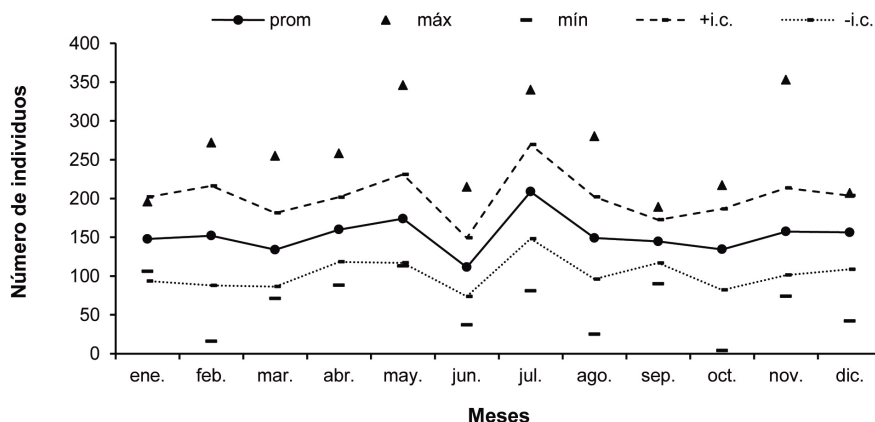


FIG. 8. Promedio e intervalo de confianza del número de organismos muestreados por mes en la zona de acopio del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño entre junio 2002 y diciembre 2011.

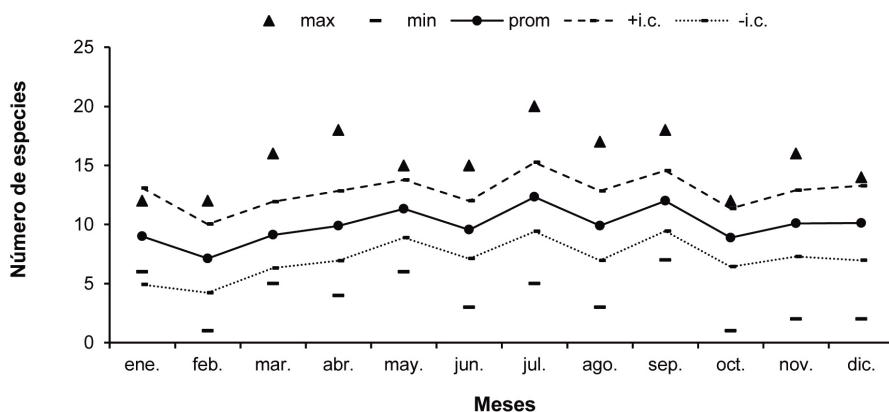


FIG. 9. Promedio e intervalo de confianza del número de especies muestreados por mes en la zona de acopio del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño entre junio 2002 y diciembre 2011.

Los estudios de las comunidades de especies comerciales se realizan principalmente para explicar la abundancia de algunas de ellas, la persistencia de otras y las relaciones interespecíficas dentro de la comunidad

(Margalef 1977, Penchaszadeh y Salaya 1985, Longhurst y Pauly 1987, De Fontaubert *et al.* 1996, Pérez y Mendoza 1998). La comunidad de especies se clasifica *grosso modo* por sus características estructurales de especies dominantes, por su hábitat físico que moldea el tipo de vida, su capacidad de reproducción, territorialidad, estrategia de crecimiento, etc. (Margalef 1977). Pero, para generalizar, puede afirmarse que la diversidad alta se encuentra en comunidades maduras, poco perturbadas y diversidades bajas en comunidades de reciente establecimiento o con cambios en su interior (Odum 1982).

Los cambios en la estructura de la comunidad en el tiempo y espacio indican alguna perturbación (Pitcher y Hart 1982, Leigh 1990) y el análisis de estos cambios puede servir para diagnosticar la fuente de variación. En el mejor de los términos, si la perturbación es de origen humano, la información puede servir para evitarlo o buscar mecanismos que lo disminuyan, como en el caso del uso de artes no selectivos, exceso de presión de pesca y otros, como actividades altamente nocivas tales como explosivos, venenos, pesticidas, fertilizantes, etcétera (Bechtel y Copeland 1970, Mckenna y Sails 1991).

El método más difundido para analizar las comunidades y que puede servir para comparar épocas del año o áreas diferentes, es el índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver (Margalef 1977 y 1980, Odum 1982). Este índice es el de uso más extendido por ser el más sencillo y porque proporciona información simultánea del número de especies y su abundancia, aunque no alcanza a distinguir especies individuales (Margalef 1977 y 1980, Odum 1982, Pérez-España *et al.* 1996). Su fórmula es:

$$H' = S (n_i / N) * \log (n_i / N)$$

Donde:

n_i = número de individuos de la especie i ,

N = el número total de individuos.

El índice de diversidad (H') estimado por mes y su tendencia, se presenta en la *figura 10*. Los mayores valores son en 2003 (septiembre 2003. $H' = 1.066$). Se repiten otros puntos muy altos en meses de septiembre, julio y noviembre. El valor más bajo se registró en diciembre 2002

($H' = 0.137$), y no se vuelve a repetir, hasta junio y agosto de 2011. De manera general se observa una tendencia a la disminución de dicho índice.

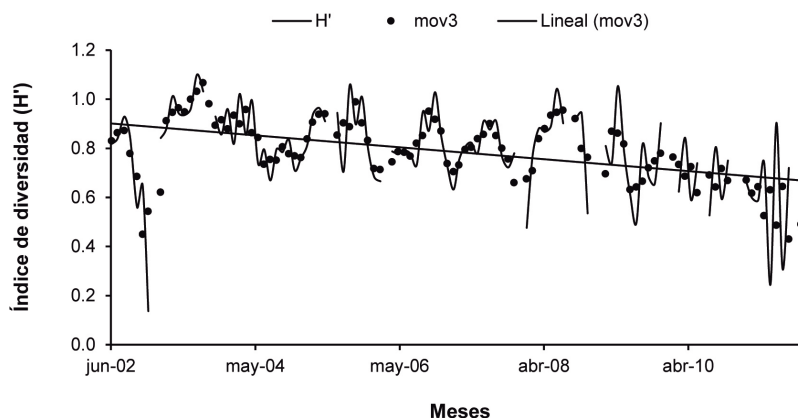


FIG. 10. Índice de diversidad mensual y media móvil de 3, de junio 2002 a diciembre 2011, del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño, Jalisco.

Para explicar los cambios se han utilizado variables ambientales (presión atmosférica a nivel del mar, viento como componente superficial local, viento como componente meridional, temperatura superficial del mar, temperatura ambiente y nubosidad), englobados en un índice representativo de los fenómenos de El Niño y La Niña (Wolter y Timlin 1998). Estos autores proponen el índice MEI (Multivariate ENSO Index; índice multivariado de la oscilación sureña de El Niño), utilizando información del sistema COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set), que es una base de datos oceanográficos del Pacífico que provienen de barcos, boyas y satélites. Los datos se filtran espacialmente en campos individuales y se calcula el MEI como el primer componente principal de las seis variables combinadas (Wolter 1999).

La *figura 11* presenta una comparación entre el índice de diversidad (H') y el índice multivariado del ENSO (MEI). Se puede observar que en ciertos meses sigue una tendencia paralela, lo que significa que el clima es un factor muy importante para la presencia de las especies y su abundancia en las lagunas. En otros casos, en que no hay correspondencia, puede haber efectos de otras variables en los cambios de la diversidad.

Siendo esta zona un sistema lagunar costero, es muy vulnerable a sus fuentes de agua, ya sea dulce, proveniente de la presa y sistemas de

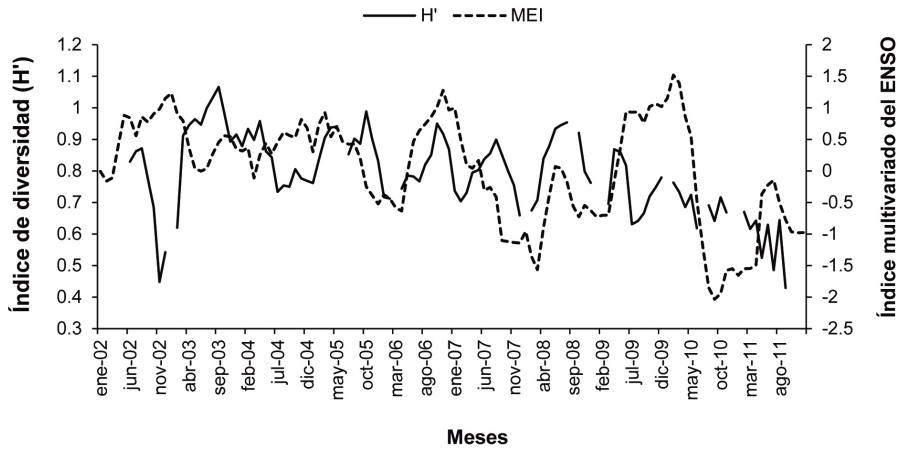


FIG. 11. Índice de diversidad mensual y media móvil de 3, de junio 2002 a diciembre 2011, del sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño, Jalisco.

irrigación, como del mar cuando se abre la bocabarra. Los pescadores cooperativados están conscientes de los cambios que puede haber en el sistema y han propuesto internamente medidas para la permanencia de la pesca sustentable.

Consideraciones finales

La cooperativa que trabaja en la laguna Agua Dulce solicita permiso cada año para abrir la boca en la barra hacia el mar durante la época de lluvias, por dos motivos: desaguar un poco la laguna que tiende a inundar los alrededores y, más importante aún, permitir la migración de especies diádromas (que se desplazan entre agua dulce y marina), principalmente la entrada de organismos marinos que de manera natural pasan una parte de su ciclo de vida en la laguna en condiciones de agua salobre o dulce y que les aporta beneficios en la pesca.

Cuando no se abre la boca, la pesca disminuye de forma sensible, además de que se corta el ciclo natural de los organismos que tienen que entrar a la laguna a reproducirse (anádromas), y al contrario, los que tienen que salir a desovar al mar (catádromas).

Las grandes fluctuaciones que se observan en la gráfica de capturas pueden deberse a cambios en el esfuerzo pesquero, pero también obedecen a cambios en el ambiente. Si los esteros tienen contacto con el mar, es decir, si la bocabarra se rompe de manera natural en la época de lluvias, se da un intercambio con el mar no sólo de agua salada-dulce, sino de larvas y juveniles que penetran al estero y adultos que migran para reproducirse.

Al cerrarse la barra por efecto del oleaje y las corrientes, al terminar la temporada de lluvias, el estero se convierte en un sitio donde se desarrollan las especies que ingresaron como larvas y alevines (camarón, mojarra, lisas, robalos y otros más). En estos sitios, los asentamientos humanos aledaños han aprovechado por medio de la pesca, esta producción. En el caso del estero Agua Dulce, la actividad pesquera se ha mantenido durante muchos años gracias a la organización de la cooperativa, que ha manejado la apertura y el cierre de la bocabarra en los diferentes años con la ayuda de las lluvias o a pesar de la falta de agua.

Según los registros oficiales, la producción pesquera está concentrada en tres especies: lisa *Mugil curema*, mojarra *Gerres cinereus* y cuatete *Ariopsis seemanni*. Los registros de éstas contienen a otras que no se ven reflejadas sino con el muestreo directo de las especies.

La laguna Agua Dulce presentó 22 especies de 12 familias, dos de crustáceos (camarón y jaiba). Las variaciones mensuales mostraron incrementos de número de especies y número de organismos en el verano y disminución en el invierno.

En Agua Dulce se observó el índice de diversidad alto de julio a septiembre y bajo de enero a febrero, que coincide con la presencia de más especies y más individuos.

Literatura citada

- Alcalá Moya G. 1995. Los pescadores del litoral del occidente de México y el turismo. *Estudios Jaliscienses* 20: 27-44.
- Alcalá Moya G. 1999. *Con el agua hasta los aparejos. Pescadores y pesquerías en El Soconusco, Chiapas*. Antropologías Ciesas. México. 287p.
- Alcalá Moya G. 2003. *Políticas pesqueras en México 1946 a 2000. Contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional*. México. El Colegio de México/CICESE/El Colegio de Michoacán. México. 106p.
- Allen GR y DR Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO/Agrupación Sierra Madre/CEMEX. México. 327p.
- Álvarez del Villar J. 1970. *Peces mexicanos (claves)*. SIC/Instituto Nacional de Investigaciones Biológico pesqueras. México DF. 166p.
- Amezcuca-Linares F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. CONABIO/UNAM. México. 184p.
- Andrade-Tinoco E. 1998. Análisis de la pesquería de camarón de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Tesis de Maestría, Universidad de Colima. México. 76p.
- Anónimo. 1982. Evaluación ecológica para promover la rehabilitación de la Laguna de Cuyutlán. Comisión de Conurbación de Manzanillo-Barra de Navidad. Manzanillo, Col. 75p.
- Ascencio-Borondón F. 1985. Producción de camarón (*Penaeus* sp.) en el tapo experimental de la Laguna de Cuyutlán, Col., durante la temporada 84-85. CRIP-Manzanillo. *Boletín informativo* 2: 1-35.
- Baltierra-Rodríguez JL, D Aguilar M y E Aguilar M. 1987. Distribución y abundancia relativa de postlarvas de camarón en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Resúmenes VII Congreso Nacional de Oceanografía*, Ensenada, BC. México.
- Barbier EB, M Acreman y D Knowler. 1996. *Economic valuation of wetland: a guide for policy makers and planners*. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Bechtel TJ y BJ Copeland. 1970. Fish species diversity indices as indicators of pollution in Galveston Bay, Texas. *Contributions in Marine Science* 15: 103-132.

- Beverton RJH y SJ Holt. 1959. *A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics*. Ciba Foundation Symposium on the Lifespan of Animals, London, pp: 142-177.
- Cabral-Solís EG. 1999. Estudio sobre crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha (*Mugil curema*) en la Laguna de Cuyutlán, Colima. Tesis de Maestría, Universidad de Colima. México. 80p.
- Cabral-Solís EG. 2011. Efectos antropogénicos sobre la calidad del agua, diversidad y abundancia de la fauna nectónica de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México: recomendaciones para su manejo. Tesis de Doctorado. CIBNOR. México. 140p.
- Cabral-Solís EG 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 EG, E Espino-Barr, M Gallardo-Cabello y AL Ibáñez-Aguirre. 2006. Dinámica poblacional de la lisa *Mugil curema* (Valenciennes 1836) en la Laguna de Cuyutlán. En: MC Jiménez-Quiróz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca. pp: 504-513.
- Cabral-Solís EG, E Espino-Barr, M Gallardo-Cabello y AL Ibáñez-Aguirre. 2007. Fishing impact on *Mugil curema* stock of multi-species gill net fishery in a tropical lagoon, Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(3): 235-242.
- Cabral-Solís EG, M Gallardo-Cabello, E Espino-Barr y AL Ibáñez-Aguirre. 2010. Reproduction of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from the Cuyutlán lagoon, in the Pacific coast of México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 14(3): 19-32.
- Castro-Aguirre JL. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. Serie Científica 19, 298 p.
- Castro-Aguirre JL, H Espinosa-Pérez y JJ Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Limusa. 711p.
- Chávez-Comparán JC. 1982. Consideraciones sobre hábitos alimenticios de ocho especies de peces en la Laguna de Cuyutlán, Col., en verano de 1980. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 52p.
- Chirichigno N, W Fischer y CW Nauen. 1982. INFOPECA. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental*. Roma FAO/PNUD, SIC/82/2: 588p.
- Contreras F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, SEPESCA. México, D. F. 253p.
- Costanza R, WM Kemp y WR Boynton. 1993. Predictability, scala, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems; implications for management. *Ambio* 22: 88-96.

- Davidson NC, D'A Laffoley, JP Doody, LS Way, J Gordon, R Key, CM Drake, MW Pienkowski, R Mitchell y KL Duff. 1991. *Nature conservation and estuaries of Great Britain*. Peterborough, Nature Conservancy Council.
- Day JW, AS Hall, WM Kemp y A Yáñez-Arancibia. 1989. *Estuarine ecology*. Wiley, New York. 557p.
- De Fontaubert AC, DR Downes y RS Agardy. 1996. *Biodiversity in the Seas. Implementing the Convention on Biological Diversity in Marine and Coastal Habitats*. IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 32. A marine conservation and development report. 84p.
- De la Cruz-Agüero J. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. IPN-CICIMAR-CONABIO. Ed. CAOSA. México. 346p.
- Dillon WR y M Goldstein. 1984. *Multivariate analysis. Methods and applications*. John Wiley & Sons, N.Y., 587p.
- Ens BJ, T Piersma y RH Drent. 1994. The dependence of waders and waterfowl migrating along the East Atlantic Flyway on their coastal food supplies: what is the most profitable research program? *Ophelia Suppl.* 6: 127-151.
- Espino-Barr E, M Cruz-Romero y A Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO-INP-CRIP-Manzanillo. México. 106p.
- Espino-Barr E, M Gallardo-Cabello, F González-Orozco y A Garcia-Boa. 2004. Análisis del crecimiento y la mortalidad de *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863) (Perciformes: Haemulidae) en la costa de Colima, México. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 33: 67-75.
- Espino-Barr E, EG Cabral Solís, M Gallardo-Cabello y AL Ibáñez-Aguirre. 2005. Age determination of *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae) in the Cuyutlan Lagoon, Colima, Mexico. *International Journal of Zoological Research* 1(1): 21-25.
- Espino-Barr E, A Garcia-Boa, EG Cabral-Solís y M Puente-Gómez. 2008a. *Pesca artesanal multiespecífica de la costa de Colima. Criterios biológicos para su administración*. Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo, IPN. México. 102p.
- Espino-Barr E, A González-Vega, H Santana-Hernández y H González-Vega. 2008b. *Manual de biología pesquera*. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 168p.
- Espino-Barr E, EG Cabral-Solís, M Puente-Gómez y A Garcia-Boa. 2010. Tallas de reproducción de 15 especies de la pesca ribereña en Jalisco. *Memorias del V Foro Científico de Pesca Ribereña*, Boca del Río, Veracruz, 7 a 9 de septiembre, pp: 105-106.
- Espino-Barr E, M Gallardo-Cabello, A Garcia-Boa, EG Cabral-Solís y M Puente-Gómez. 2006. Morphologic and morphometric analysis and growth rings identification of otoliths: sagitta, asteriscus and lapillus of *Caranx caninus*

- (Pisces: Carangidae) in the coast of Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 1(2): 157-170.
- Espino-Barr E, M Gallardo-Cabello, EG Cabral-Solís, A Garcia-Boa y M Puente-Gómez. 2008c. Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 56(1): 171-179.
- Espino-Barr E, EG Cabral-Solís, M Puente-Gómez, A Garcia-Boa y O Miranda-Carrillo. 2012. La pesca de pargos (*Lutjanus* spp.) en Jalisco y Colima. Con énfasis en el huachinango *L. peru* y el lunarejo *L. guttatus*. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca, CRIP-Manzanillo. 72p.
- Estrada-Valencia A y Espino-Barr E. 2006. Dinámica poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* Odway, 1863, en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. En: MC Jiménez-Quiróz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca, pp: 437-447.
- Ferrer M. 2008. Siete humedales de Jalisco serán sitio Ramsar. *La Jornada*, Jalisco, 1 de febrero 2008. <http://www.lajornadajalisco.com.mx/2008/02/01/index.php?section=sociedad&article=009n3soc>
- Fischer W, F Krupp, W Schneides, C Sommer, KE Carper y UH Neim. 1995. *Guía fao para identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III: 644-1813.
- Fox WW. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Transation American Fisheries Society* 99: 80-88.
- Gallardo-Cabello M, E Espino-Barr, F González-Orozco y A Garcia-Boa. 2003. Age determination of *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863) (Perciformes: Haemulidae) by reading scales, in the coast of Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 51(2): 519-528.
- Gallardo-Cabello M, EG Cabral Solís, E Espino-Barr y AL Ibáñez-Aguirre. 2005. Growth analysis of white mullet *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) in the Cuyutlán Lagoon, Colima, México. *Hidrobiológica* 15(3): 321-325.
- Gallucci VF, SB Saila, DJ Gustafson y BJ Rothshield. 1996. *Stock Assessment. Quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. CRS Lewis Publ. EU. 527p.
- 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.
- Gayanilo FC, P Sparre y D Pauly. 1993. *The FISAT User's Guide*. FAO Computerized Information Series Fisheries No. 99. Draft. ICLARM, Philippines, 70p.
- González-Becerril A, E Espino-Barr, A Ruiz-Luna y M Cruz-Romero. 2006. La pesca ribereña: Descripción, problemática y alternativas para su manejo. En: MC Jiménez-Quiróz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca, pp: 611-622.

- González-Orozco F. 1999. Edad y crecimiento del bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863) (Clase Osteichthyes, Orden Perciformes, Familia Haemulidae) del litoral de Colima, México.
- Google Earth. 2012. Image TerrMetrics. Data SIO, NOAA, U.S.NAVY, NGA, GEBCO. US Dept of State Geographer
- Gulland JA. 1964. Manual of methods of fish population analysis. *FAO Fisheries Technical Paper* 40: 60p.
- Hair JF, RE Anderson, RL Tatham y WC Black. 1995. *Multivariate data analysis, with readings*. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, EU. 760p.
- Hernández-Vázquez S. 2005. Aves acuáticas de la costa de Jalisco, México: análisis de la comunidad, reproducción e identificación de áreas de importancia para la conservación de las aves. Tesis de Doctorado. CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S. México.
- Hilborn R y CJ Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman & Hall, New York, London. 570p.
- INEGI. 2000. *Imagen cartográfica digital*. Condensados estatales. Topográficos Serie II, CD.
- Lankford RR. 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. *En: M Wiley (ed.) Estuarine Processes*. Academic, New York, pp: 182-215.
- Leigh EG. 1990. Community diversity and environmental stability: A re-examination. *Tree* 5(10): 340-344.
- Longhurst AR y D Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, Inc., San Diego, Ca., U.S.A. 407p.
- Ludwig JA y JF Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons. NY. 339p.
- Margalef R. 1977. *Ecología*. Ediciones Omega, S.A., España. 951p.
- Margalef R. 1980. *Ecología*. Editorial Planeta, España. 252p.
- Mariscal-Romero J. 2002. Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Tesis de Doctorado, PICP, U de C. 143p.
- Mariscal-Romero J y MT Gaspar-Dillanes. 2004. Asociaciones de peces del sistema lagunar estuarino Agua Dulce El Ermitaño, Jalisco: consideraciones ecológicas para su manejo. *En: ML Lozano-Vilano y AJ Contreras-Balderas (comp.). Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina*. UANL, Monterrey, México, pp: 63-90.
- Mckenna JE y SB Saila. 1991. Application of an objective method for detecting changes in fish communities: Samar Sea, Philippines. *Asian Fisheries Science* 4: 201-210.
- Mena-Herrera A. 1979. Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la productividad de la Laguna de Cuyutlán, Colima, con énfasis en camarón. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 46p.

- Nelson SJ, JE Crossman, H Espinosa-Pérez, LT Findley, RC Gilbert, RN Lea y JD Williams. 2004. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico. Sixth Ed. *American Fisheries Society Special Publication*. 386p.
- Núñez-Fernández MCE. 1981. Estudio ictiológico de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México: Características ambientales y poblacionales. Tesis de Maestría. UNAM. 239p.
- Odum EP. 1982. *Ecología*. Ed. Interamericana 3ª ed. México. 639p.
- Pauly D y N David. 1980. *A Basic Program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data*. Draft. ICLARM, Philippines. 20p.
- Pedrin-Osuna OA (coordinador), YV Sáens-Aguilar, E Vázquez-Solórsano y F Uribe-Osorio. 2009. Proyecto de Programa de Ordenación Pesquera de la Reserva de la Biósfera de los Ángeles, Canal de Ballenas y Salsipuedes y el Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo BC (versión técnica).
- Penchaszadeh PE y JJ Salaya. 1985. Estructura y ecología trófica de las comunidades demersales en el Golfo Triste, Venezuela. En: A Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Progr. Inv. de Alimentos, ICMYL, INP, UNAM, México, D.F. Cap-12: 571 a 598.
- Pérez JF y JJ Mendoza. 1998. Marine fisheries, genetic effects and biodiversity. *Naga, Tje ICLARM Quaterly*, Oct-Dec.: 7-14.
- Pérez-España H, F Galván-Magaña y LA Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecife rocoso del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 22(3): 273-294.
- Pitcher TJ y PJB Hart. 1982. *Fisheries ecology*. Croom Helm and Am. Ed. 414p.
- Portilla-Ochoa E. 2005. *Lagunas costeras de Veracruz*. 1er encuentro de Experiencias de Manejo Colectivo de los Recursos Costeros. Puerto Escondido, Oaxaca, 25 a 27 noviembre.
- Quijano SS, EA Salinas, CA Contreras y LJ Hinojosa. 1992. Efecto de la apertura del canal de Tepalcates sobre la Laguna de Cuyutlán. Reporte técnico preliminar. Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col. 65p.
- Ramírez-Hernández E y A González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. SIC/INP, México. 462p.
- SAGARPA. 2012. *Anuario estadístico de pesca 2011*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2011_capitulo_i_preliminar
- Salgado MM, BF Ascencio y CV García. 1994. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Colima. *Boletín Informativo CRIP Manzanillo* 13: 18-28.

- Salgado-Mejía M y F Ascencio-Borondón. 1995. Caracterización limnológica de la Laguna de Cuyutlán, Colima. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca/ CRIP-Manzanillo. 15p.
- Salgado-Mejía M, A González-Becerril y EG Cabral-Solís. 1998. Problemática de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca/ CRIP-Manzanillo. 16p.
- Sanders HL. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limnology and Oceanography* 5: 138-153.
- Schaefer M. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bulletin IATTC / Boletín CIAT* 2: 247-268.
- SEMARNAP. 2000. *Anuario estadístico de pesca 1999*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 271p.
- SEPESCA. 1982. *Análisis de cifras estadísticas pesqueras correspondiente al periodo 1968-1979, y su representación en cuadros y gráficas*. Avance de trabajo (Tomo 2). Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca. 668p.
- Sparre P y SC Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca* 306/1, Roma. 420p.
- Vázquez-León CI. 2006. Desarrollo sustentabilidad y pobreza. Perspectivas de índole socioeconómica en comunidades dedicadas a la pesca ribereña. En: P Guzmán-Amaya y D Fuentes-Castellanos (eds). *Pesca, acuacultura e investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados. CEDRSSA, México, D.F., pp: 171-189.
- Vidaurre SAL y CC Gaytán 1982. Maduración gonádica de la lisa (*Mugil curema* Linnaeus) en la Laguna de Cuyutlán, Col., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. 95p.
- Warnock ES y JY Takekawa. 1995. Habitat preference of wintering shorebirds in a temporally changing environment: Western Sandpipers in the San Francisco Bay estuary. *Auk* 112: 920-930.
- Wolter K y MS Timlin. 1998. Measuring the strength of ENSO events. How does 1997/98 rank? *Weather* 53(9): 315-323.
- Wolter K. 1999. MEI Update. <http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/>, 7-jun-99.
- Yáñez-Arancibia A. 1978. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. UNAM-ICMYL, Publ. Esp. 2: 306p.

La Pesca Ribereña en Colima y Jalisco
se terminó de imprimir en mayo de 2013
en los talleres de Ediciones de la Noche
Madero #687, Zona Centro
44100, Guadalajara, Jalisco
El tiraje fue de 1,000 ejemplares.

www.edicionesdelanoche.com