

TALLER MEXICO- AUSTRALIA SOBRE RECLUTAMIENTO DE RECURSOS BENTONICOS DE BAJA CALIFORNIA

25- 29 DE NOVIEMBRE DE 1991

LA PAZ, B.C.S. MEXICO

MEMORIAS

Sergio A. Guzmán del Prío

Editor Científico



**TALLER MEXICO- AUSTRALIA SOBRE
RECLUTAMIENTO DE RECURSOS BENTONICOS
DE BAJA CALIFORNIA**

25- 29 DE NOVIEMBRE DE 1991

LA PAZ, B.C.S. MEXICO

MEMORIAS

SEPESCA - IPN

México, 1992.

Publicación auspiciada por
Secretaría de Pesca/Instituto Nacional de Pesca e
Instituto Politécnico Nacional/Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
México
ISBN 968-817-255-3 (Primera edición 1992)

SECRETARIA DE PESCA

Lic. Guillermo Jiménez Morales
Secretario de Pesca

Lic. Carlos Camacho Gaos
Subsecretario de Fomento y
Desarrollo Pesqueros

Lic. Humberto Roque Villanueva
Subsecretario de Organización y
Administración Pesqueras

Lic. Jesús Anlén López
Oficial Mayor

Ing. Juan José Moreno Sada
Coordinador de Delegaciones Federales de
Pesca

Lic. Xavier Gutiérrez Téllez
Jefe de la Unidad de Comunicación Social

C. Jorge A Sosa Ordoño
Director de Publicaciones

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Dra. Margarita Lizárraga Saucedo
Directora General

Dr. Luis López Guerrero
Director de Coordinación y Apoyo a la
Investigación Científica y Tecnológica
Pesquera

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

C.P. Oscar Joffre Velázquez
Director General

Ing. Alfredo López Hernández
Secretario General

Dr. José Antonio Irán Díaz Góngora
Secretario Académico

Ing. Marco Polo Bernal Yarahuan
Secretario de Apoyo

Dr. José Enrique Villa Rivera
Director de Estudios de Postgrado e
Investigación

Dra. Elia A. Moreno Burciaga
Directora de la Escuela Nacional de Ciencias
Biológicas

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I P N.

Centro Regional de Investigación Pesquera de la Paz, I N P.

Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, I N P.

Universidad Autónoma de Baja California Sur

Centro de Investigación Biológica de la Paz, A.C.(CIB)

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I P N.(CICIMAR)

Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE)

Instituto de Investigaciones Oceanológicas U A B C.

Facultad de Biología de la U A B C.

Commonwealth Scientific Industrial Research Organization Marine Laboratories, Western Australia (CSIRO)

Department of Fisheries of South Australia

Institute of Natural Resources, Canberra Australia Commonwealth Scientific Industrial Research Organization, Western Australia (CSIRO)

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Puerto Morelos Q.Roo, UNAM

CONTENIDO

	Página
Agradecimientos -	11
Prefacio	13
Relatoría General y Acuerdos	15
Relatoría Mesas de trabajo	21
Resúmenes/Abstracts	33
Artículos en extenso:	63
Madurez sexual en abulón azul <i>Halotis fulgens</i> (Mollusca :Gastropoda) de Isla Cedros, Baja California por Alma Rosa García Juárez y Martín Ortiz Q.	65
Sustainable development of benthic resources por C.J. Crossland	77
La pesquería del erizo rojo <i>Strongylocentrotus franciscanus</i> en Baja California por Julio S. Palleiro, David Aguilar M y J.M. Romero	81
Recruitment of the spiny lobster <i>Panulirus cygnus</i> Western Australia and the implications for management of the spiny lobster resources por Bruce F. Phillips	91
Análisis de 10 temporadas de pesca de langosta roja <i>Panulirus interruptus</i> en Baja California por J. Guadalupe González A y Arturo Lelevier G.	97
Revisión de factores ambientales que afectan el reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California por S.de la Campa de Guzmán, S. A. Guzmán del Próo, J. Carrillo L. y J. Belmar Pérez.	107
Madurez sexual y ciclo gonádico en <i>Halotis fulgens</i> y <i>Astraea undosa</i> en Bahía Tortugas por J. Belmar Pérez y S.A. Guzmán del Próo	121
Estado actual de los estudios sobre reclutamiento de postlarvas de la langosta <i>Panulirus argus</i> (Latreille)en el Caribe mexicano por Patricia Briones Fourzán	131
Fijación y reclutamiento de <i>Argopecten circularis</i> (Sowerby, 1835) en la pesquería de Bahía Magdalena, B.C.S. México. por E. Félix Pico F., A. García Domínguez y R. Morales Hernández	143
Reclutamiento de juveniles de moluscos bivalvos en Baja California Sur, México por C. Cáceres Martínez, J. Cortés Salazar y J. Chávez Villalba	151

	Página
Análisis poblacional de la pesquería de langosta roja (<i>Panulirus interruptus</i>) de 1971-1975, en La Bocana-Abreojos, B.C.S. México. por Sergio A. Guzmán del Prío y J. Pineda Barrera.	167
Reclutamiento y claves para el asentamiento larval de moluscos marinos por R. Searcy Bernal	179
Bioecología del cambio de tamaño y hábitat en organismos bentónicos: resultados experimentales en el cangrejo intermareal <i>Pachygrapsus crassipes</i> por A. Escofet, M. Robles. A. Montiel y E. Arias	185
Análisis de las fluctuaciones en los volúmenes de capturas de langosta en las principales áreas de pesca de Baja California Sur y su relación con factores ambientales. Durante el periodo 1970-1991. por A. Vega Velázquez y D. Lluch Cota	191

AGRADECIMIENTOS

El Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California contó con el apoyo económico y logístico de las siguientes instituciones: Instituto Politécnico Nacional, Instituto Nacional de la Pesca, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Centro de Investigaciones Biológicas de la Paz A.C., CET del Mar de la Paz. A todas estas instituciones nuestro total reconocimiento.

En la organización del evento y en la edición de estas Memorias colaboraron estrechamente las siguientes personas: Sara de la Campa J., Jorge Carrillo L., Jorge Belmar P., de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas; Cruz del Carmen Juárez y Alberto Manilla del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I.P.N.; Carlos Tovar del CET del Mar de la Paz; Thalía Castro B., Luis López G. Irma López L., Esther Malpica y Susana García Real, del Instituto Nacional de Pesca; Bruce F. Phillips de CSIRO Western Australia y Jeremy Prince del South Australia Fisheries Department. La traducción simultánea corrió a cargo de Georganne Weller F.

La edición casi inmediata de estas Memorias fue posible gracias al apoyo decidido del Lic. Guillermo Jiménez Morales, Secretario de Pesca y de la Dra. Margarita Lizárraga Saucedo, Directora General del Instituto Nacional de la Pesca, así como del C.P. Oscar Joffre Velázquez, Director General del Instituto Politécnico Nacional y la Dra. Elia A. Moreno Burciaga, Directora de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N. A todas las personas mencionadas, nuestro más sincero reconocimiento.

PREFACIO

Durante la semana del 25 al 29 de noviembre de 1991, se celebró en la Paz, B.C.S. el Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Marinos Bentónicos de Baja California, convocado por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N., el Instituto Nacional de Pesca y el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I.P.N. La sede del evento fueron las instalaciones de esta última institución.

El Taller tiene como antecedente los trabajos que han realizado conjuntamente el Laboratorio de Ecología de la E.N.C.B., el Instituto Nacional de Pesca y el South Australian Fisheries Department en la costa del Pacífico de Baja California entre 1987-1989, mismos que culminaron con la realización del Primer Simposium Internacional de Abulón celebrado en la Paz B.C.S., del 21 al 25 de noviembre de 1989.

En noviembre de 1990, se desarrollaron en México pláticas entre investigadores del Laboratorio de Ecología de la E.N.C.B. y del CSIRO Marine Laboratories of Western Australia, con el interés de promover nuevas investigaciones en Baja California, particularmente en el terreno de la ecología de juveniles y reclutamiento de abulones, langostas y erizos. Ambos aspectos son muy poco conocidos en las especies bentónicas de nuestro país, las cuales tienen una vital importancia para entender la ecología de estas especies y los cambios en abundancia a que están sujetas cíclicamente. Las pláticas se hicieron extensivas al Instituto Nacional de Pesca y conjuntamente se decidió convocar a la realización de un Taller de Trabajo para discutir problemas de reclutamiento, con la participación de un selecto número de investigadores con amplia experiencia en estas especies bentónicas.

Los objetivos del Taller fueron:

- a) Contribuir a la ampliación de una base de datos biológica, sobre langosta, abulón, caracol, erizo, almejas y algas; todas estas especies de alto valor económico para la región de Baja California.
- b) Revisar el nivel de conocimiento biológico y ecológico que se tiene para estas especies. Identificar los vacíos de información y proponer líneas de investigación que permitan lograr un mejor entendimiento de los procesos de reclutamiento y su relación con el stock adulto.
- c) Buscar los puntos de contacto y de posible cooperación interinstitucional tanto entre las instituciones e investigadores mexicanos, así como entre México y Australia.

El Taller estimuló ampliamente la relación entre colegas e instituciones nacionales y sus pares australianos, poniendo de manifiesto que la investigación de los complejos problemas del reclutamiento en las especies de Baja California, pasan por la cooperación entre individuos e instituciones. Para ello el Taller puso la primera piedra.

Los trabajos que aquí se publican en extenso son aquellos que fueron entregados oportunamente al Editor científico antes del día 1o. de marzo de 1992. De los restantes, se reproduce exclusivamente el resumen en español e inglés.

Para su edición se han respetado íntegramente los manuscritos sometidos por los autores. Salvo pequeños errores tipográficos o bien omisiones obvias, no ha habido ninguna otra corrección o cambio alguno. La relatoría general del taller y los reportes de cada grupo de trabajo forman parte también de esta publicación.

RELATORIA GENERAL Y ACUERDOS

El programa del Taller se dividió en dos grandes Secciones: Presentación de ponencias y Taller de discusión. La idea fundamental fue dedicar más tiempo a las discusiones científicas, a la estrategia de la investigación, y alcanzar acuerdos concretos sobre la base de los términos de referencia programados.

Al inicio de los trabajos el Coordinador General del Taller, Cand. Dr. Sergio A. Guzmán del Próo propuso a los asistentes los procedimientos y lineamientos para las discusiones en mesas de trabajo, por recurso o grupo de especies afines, y en sesiones plenarias para la discusión y consenso de acuerdos finales.

El evento fue inaugurado por el Biol. Pedro Sáenz, Director del CRIP de La Paz del Instituto Nacional de Pesca y clausurado por el M. en C. René Torres V., Director del CICIMAR del IPN, institución que actuó como Sede de la Reunión

Ponencias

En esta Sección se presentaron 25 trabajos correspondientes a 38 investigadores en coautoría. Las ponencias y los investigadores participantes fueron invitados por la coordinación del taller para participar con temas relacionados directa o indirectamente con el problema de reclutamiento. Sobre esta base se dividieron las sesiones de la siguiente manera: la primera, contó con una ponencia introductoria que estableció las principales características oceanográficas de la región, seguida de ponencias descriptivas del estado que guardan las principales pesquerías bentónicas de la península. El resto de las ponencias quedaron agrupadas en temas sobre ecología y reclutamiento.

Las especies abordadas fueron el grupo de los pectínidos (almejas) del Pacífico y Golfo de California, los moluscos gasterópodos como *Astraea* y *Haliotis* del Pacífico rocoso de Baja California, los panulíridos (langostas) también de esta misma costa y los erizos del noroeste de Baja California, principalmente erizo rojo. Se presentaron trabajos de investigadores invitados de la costa de Quintana Roo del ICML de la UNAM quienes han desarrollado, en colaboración con Australia, trabajos sobre reclutamiento de la langosta del Caribe a través del desarrollo de un índice de asentamiento de larvas puerulus en colectores artificiales.

Todos los trabajos presentados sirvieron como marco de referencia para las discusiones del taller, retomando en algunos casos algunas ponencias o parte de ellas para ampliar, rediscutir o fijar algunas posiciones o conceptos útiles para el desarrollo de los trabajos y determinar cuáles eran los vacíos de información en cada especie.

Mesas de discusión

Las discusiones del Taller se realizaron bajo el sistema de mesas de trabajo y sesiones plenarias, de acuerdo a los procedimientos del programa elaborado. Para ello, los participantes se agruparon por recursos afines quedando integrados tres grupos:

1) Grupo Langosta, 2) Grupo Abulón-Caracol(*Astraea*)-Erizo, 3) Grupo Almejas.

Los Términos de Referencia para las mesas de discusión fueron los siguientes:

1. ¿Qué aspectos conocemos de la historia de vida de los recursos marinos bentónicos de Baja California? ¿Qué áreas y especies son mejor conocidas? ¿Cuál es nuestro conocimiento sobre la ecología poblacional y de comunidades de estos recursos?
2. ¿Qué aspectos conocemos de la población adulta y de la fracción juvenil de cada especie?
3. ¿Permite la información existente, publicada y no publicada una primera aproximación al problema stock/reclutamiento? ¿Podríamos definir ahora alguna relación S/R para alguna(s) especie(s)?
4. ¿Existe alguna relación a nivel de hipótesis entre clima regional, oceanografía y fluctuaciones de la abundancia del stock y los reclutas? ¿Existe alguna relación a nivel de hipótesis entre clima regional, oceanografía y fluctuaciones de la abundancia del stock y los reclutas; existe alguna evidencia?
5. ¿Se cuenta con información biológica y ecológica que permita desarrollar modelos conceptuales acerca del reclutamiento y factores ambientales clave, para los recursos bentónicos de Baja California?
6. ¿Qué tipo de investigaciones deberíamos impulsar para obtener un claro entendimiento sobre los procesos de reclutamiento y los factores clave de los mismos?

7. ¿Qué estrategia de investigación y cooperación interinstitucional puede desarrollarse para el logro de un sistema monitor de fluctuaciones en la abundancia y predicción de capturas?

Los puntos 1 y 2 de los términos de referencia fueron abordados después de identificar conjuntamente los temas más relevantes para la revisión del nivel de conocimiento del recurso.

Como herramientas de apoyo se acordó emplear los ciclos de vida presentados en la ponencia por el grupo de autores de la E.N.C.B. (De la Campa y cols.) y una lista preparada ex-profeso por la coordinación general del taller para su análisis en la reunión. Se integra al presente informe la relatoría de cada grupo.

Desahogados estos puntos, los grupos regresaron a la Plenaria para informar los resultados obtenidos y realizar una revisión recurso por recurso, a las preguntas 3, 4 y 5 de los términos de referencia.

Por último, los tres grupos analizaron los puntos 6 y 7 referentes a las acciones de investigación más importantes para cada recurso y seguidamente qué investigadores e instituciones mexicanas y australianas estarían interesadas en vincularse y colaborar en trabajos futuros.

A este respecto se consideró indispensable resumir en unos cuantos puntos los acuerdos alcanzados, con un carácter suficientemente general pero específico a la vez, señalando aquellos temas que independientemente de los propios programas e intereses de las instituciones nacionales participantes, podrían ser desarrollados como de mutuo interés para México y Australia. Estos temas serían el referente obligado en las acciones específicas que eventualmente se decidan emprender dentro del marco de Cooperación Científica México- Australia.

ACUERDOS

I. Temas de interés común para México y Australia

- 1) Desarrollo de técnicas para el estudio de las relaciones stock/ reclutamiento de las poblaciones de abulón de Baja California y Australia, fundamentalmente: a) determinación de técnicas de crecimiento, b) técnicas de prospección para estimaciones de abundancia (de adultos, juveniles y asentamiento larval), c) genética de poblaciones, y d) extensión de técnicas desarrolladas para abulón (*Haliotis*), caracol panocha (*Astraea*), erizo (*Strongylocentrotus*) y caracol (*Trochus*) en Australia y México.
2. Investigaciones sobre stock/reclutamiento en langosta (*Panulirus interruptus*), principalmente, reclutamiento de larvas puerulos, juveniles y adultos en Baja California, utilizando experiencias australianas.
3. Evaluación de poblaciones de pectínidos de aguas profundas en Baja California, utilizando experiencias australianas.
4. Investigaciones del efecto del ambiente sobre la abundancia de recursos bentónicos de Baja California.

Versión en inglés de los temas identificados:

1. The development and transfer of techniques for studying the stock/recruitment relationship in abalone populations in Baja California and Australia. Of specific interest are the following:
 - a) the validation of techniques for aging abalone growth rates.
 - b) survey techniques for monitoring the abundance of abalone (in the adult, juvenile phases, and at settlement).
 - c) techniques for studying the population genetics of abalone stocks.
 - d) the extension of the techniques developed with abalone to the study of exploited stocks of *Astraea*, sea urchins and *Trochus*.
2. Research into the stock/recruitment relationship of *Panulirus interruptus*, principally the recruitment of puerulus larvae, juveniles and adults, in Baja California, so as to develop a system for predicting future levels of catch.

3. The evaluation of unexploited deepwater stocks of pectinoid scallops in Baja California, using the experience of Australian research.
4. Research into the interaction between environmental fluctuations and the abundance of benthic resources in Baja California.

II. Mecanismos de cooperación

1. Para poner en práctica los 4 puntos mencionados, se designaron investigadores tanto por Australia como por México, para actuar como contactos entre los dos países, quedando como sigue:

Recurso	México	Australia
Abulón/Caracol/ Erizo	Sergio A. Guzmán del Próo Julio Palleiro Nayar	Jeremy Prince
Langosta	Armando Vega	Bruce Phillips
Almejas	Alfonso Maeda M.	Peter Young
Ambiente Oceánico	Daniel Lluch B.	Bruce Phillips

Las personas designadas se encargarán de favorecer el contacto entre los investigadores de ambos países en cada uno de los recursos o especies señaladas. Canalizarán y procurarán el planteamiento de iniciativas de investigación que pudieran darse entre las instituciones e investigadores interesados en desarrollar alguna acción específica de investigación; visitas mutuas, intercambio de experiencias científicas, etc., dentro de los Acuerdos de Cooperación Científica entre México y Australia.

Las personas designadas son contactos y no representan oficialmente a ninguna de las instituciones. Simplemente tendrán la función de ser vehículo o punto de contacto entre los investigadores de una rama particular y podrán, si así lo acuerdan con sus pares, y obtienen el reconocimiento de sus respectivas instituciones, actuar posteriormente como coordinadores de proyectos formales que sean sometidos para apoyo de ambos Gobiernos. Lo anterior no excluye la posibilidad de que cualquier investigador o investigadores puedan promover y generar sus propias iniciativas de investigación en el futuro mediano e inmediato.

Ya que toda iniciativa requiere de la postulación y apoyo de las instituciones de investigación en ambos países, obviamente tendrá que ser discutida, analizada y aprobada en primera instancia por las propias instituciones postulantes, y tendrán que ser sometidas por los canales adecuados al CONACyT y al Department of Science and Technology of Australia, sometiéndolas en los tiempos y calendarios que fija cada país para recibir iniciativas de cooperación científica. En el caso de Australia, antes del 31 de marzo y 30 de septiembre de cada año. En el caso de México, cuando lo determine CONACyT, pero ambas partes deberán someter simultáneamente cualquier iniciativa.

2. La cooperación entre instituciones mexicanas quedó también manifestada en acuerdos personales expresados entre los investigadores presentes y que cada quien se comprometió a formalizar con los temas, lugares y tiempos que el interés mutuo aconseje. Sobre esta base y a la vista de los temas de investigación discutidos como prioritarios, se buscará el contacto y complementación entre los investigadores mexicanos de las especies bentónicas consideradas en el Taller.

Sergio A. Guzmán del Próo
Coordinador General del Taller

RELATORIA MESAS DE TRABAJO

GRUPO LANGOSTA

Coordinador: Patricia Briones F. (IMCL-UNAM)

Relator: Armando Vega V. (CRIP La Paz-INP)

Participantes: José G. González (CRIP Ensenada-INP)

Anamaría Escofet (CICESE)

Daniel B. Lluch C. (CIB La Paz)

Sara de la Campa J. (ENCB-IPN)

Jaime González C. (INP-SEPESCA)

Bruce F. Phillips (CSIRO-Australia)

El grupo analizó la información existente sobre el recurso langostero de Baja California. Existen dos especies: *Panulirus interruptus* y *P. inflatus*; la producción se basa principalmente en la primera especie. La mayoría de los estudios han sido realizados por el Instituto Nacional de Pesca y en menor grado por el Instituto Politécnico Nacional. Preferentemente se han abordado aspectos pesqueros y casi nada sobre su biología básica. Las publicaciones son escasas y desde 1976 se ha publicado muy poco.

El grupo de trabajo identificó una serie de aspectos cuyo estudio es necesario abordar, algunos de ellos con la posibilidad de participación de investigadores australianos y mexicanos de diferentes Instituciones. El objetivo final sería tener un mejor conocimiento del recurso que permita eventualmente, determinar el tipo de relación stock-reclutamiento, así como identificar los factores clave que afectan los procesos de reclutamiento.

Los aspectos identificados fueron los siguientes:

- 1) Monitorear la captura comercial para conocer los cambios en tiempo y espacio de la estructura poblacional, desde juveniles (postpuerulus) hasta adultos, así como, incluir el uso de bitácoras para medir esfuerzo e intensidad de pesca. Con la información obtenida hasta la fecha es factible, en el corto plazo, la aplicación de técnicas como la de Leslie-De Lury.
- 2) Iniciar un programa de colecta de larvas puerulus para obtener índices de reclutamiento y relacionarlos con los factores ambientales que afectan dicho proceso. Por su importancia para la posible predicción de capturas, este programa podría ser interinstitucional e interdisciplinario e incluso puede abarcar otros recursos bentónicos.
- 3) Determinar parámetros poblacionales clave como fecundidad, crecimiento y migraciones, a través de técnicas de marcado y recaptura. Se sugirió además estudiar la frecuencia de mudas en relación con la talla o edad y el crecimiento en longitud y peso.
- 4) Desarrollar estudios sobre ecología de juveniles (postpuerulus) que incluyan: localización de áreas de distribución, caracterización de las comunidades y de los factores ambientales donde habitan. Se mencionó el área de Punta Malarrimo-Bahía Tortugas como un área prioritaria para este tipo de estudios.
- 5) Delimitar unidades de población mediante estudios de genética poblacional.
- 6) Desarrollar prospecciones y pesca exploratoria en aguas profundas.
- 7) Promover la cooperación e intercambio en materia de tecnología y procesamiento de captura con la posible participación de los productores.
- 8) Realizar estudios sobre la distribución y abundancia de larvas filosoma a partir del análisis de las muestras disponibles en el I.N.P. y en otras Instituciones.
- 9) Realizar estudios experimentales de comportamiento y alimentación con relación a la carnada.

Para los aspectos 2 a 4 se requiere seleccionar áreas representativas de la distribución total del recurso, como por ejemplo: El Rosario-Isle de Cedros (zona norte), Bahía Tortugas-Bahía Vizcaíno (zona centro)

y Bahía Magdalena (zona sur). Los representantes australianos manifestaron la posibilidad de desarrollar investigaciones conjuntas en todos estos aspectos, excepto en el número 9.

10) Evaluar selectividad y capturabilidad de las artes de pesca.

11) Desarrollar modelos de evaluación que permitan diagnosticar el estado del recurso y contribuir a su manejo y administración.

GRUPO ABULON, CARACOL PANOCHA, ERIZO ROJO

Coordinador: Eliseo Almanza (IIO-UABC)

Relator: Julio Palheiro N. (CRIP Ensenada-INP)

Participantes: Jeremy D. Prince (South Australia Fish. Dept.)

Martín Ortiz Q. (CRIP Ensenada-INP)

Sergio A. Guzmán del Prío (ENCB-IPN)

Sergio Hernández (CIB La Paz)

Jorge Carrillo L. (ENCB-IPN)

Ricardo Searcy B. (IIO-UABC)

El grupo realizó una revisión del grado de conocimiento de las tres especies que son objeto de pesca, determinando que se conoce lo siguiente:

RECURSO ABULON (*Haliotis spp*)

1. Reproducción

Los estudios de madurez sexual publicados son los siguientes: Sevilla 1971, Andrade, 1970 y Ortiz 1966.

Ciclos gonádicos y estudios histológicos por parte de los CRIP de la Paz y Ensenada se encuentran en proceso para las siguientes localidades y especies:

I. Cedros, Abulón azul

P. Eugenia, Abulón azul y amarillo

P. Abreojos, Abulón azul

P. San Juanico, Abulón azul y amarillo

2. Fecundidad

Sobre este aspecto están los trabajos de Ortiz, Camacho y Muñoz (1976), para Cedros y B. Asunción.

Los de Molina, 1983 para abulón rojo en Bahía del Rosario; Ortiz y González, 1988 .

3. Fases embrionarias, larvarias y juveniles

Se han realizado estudios de fases larvarias en abulón rojo con propósitos de cultivo en el I.I.O. de la UABC. Trabajos de supervivencia y alimentación así como condiciones de cultivo por parte del I.I.O., de la Dirección de Acuicultura, del Instituto Nacional de Pesca y de las Sociedades Cooperativas. Existe poca información publicada.

4. Fase adulta

Longevidad: Doi *et al*, 1977, Muñoz y Ortiz 1976.

Edad máxima promedio: se tiene información en el I.N.P.

Edad de primera captura: Existe información en documentos internos del I.N.P.

Existe mucha información sobre distribución de frecuencias de tallas, pero faltan estudios sobre edad.

5. Competidores y depredadores

No se tiene información

6. Nutrición y crecimiento

En condiciones de cultivo solamente

7. Conducta

No existen estudios

8. Población

Composición por tallas y sexos: de la población natural se tiene información de 50 mm. en adelante; de la captura se tiene abundante información en documentos internos de I.N.P.

Cambios en la talla de la primera captura: a partir de 1984 en adelante estable, coincidiendo con la talla mínima legal.

Edad de madurez: también disponible en el I.N.P. en documentos internos.

9. Abundancia y densidad

Tamaño de la población: Se tiene evaluaciones de las principales zonas de captura a partir de 1984 cada dos años y más completas en todas las zonas en 1989-91. Como antecedentes se tienen estimaciones de toda la península desde 1968-70.

CPUE: se cuenta con información en documentos internos del I.N.P.

10. Natalidad y reclutamiento

No se tiene información

11. Mortalidad

Por pesca: Alguna información Doi *et al.* 1977, Marín 1981 y Lelevier 1989

12. Dinámica poblacional

Existe información en las mismas publicaciones del inciso anterior

13. La población en la comunidad

Estudio de la comunidad de El Rosarito, 1986 del I.I.O. y el estudio de la comunidad de los bancos abuloneros de Bahía Tortugas (Guzmán del Prío *et al.* 1991)

RECURSO CARACOL PANOCHA (*Astraea undosa*)

1. Distribución

No se tienen estudios

2. Reproducción

Madurez: En Bahía Tortugas y Bahía Todos Santos (1987-1988); estudios de la UABC.

Estudios en Bahía Tortugas (1986-1988 Belmar y Guzmán del Prío, ENCB-IPN)

Fecundidad: En Bahía Tortugas (1988), UABC.

3. Fase embrionaria larval y juvenil

El IIO ha realizado estudios de las fases larvarias pero no han sido publicados.

4. Fase adulta

Longevidad: 12 años según la UABC. Estudios no publicados.

Edad máxima promedio: Se tiene cierta información en la UABC, no publicada

Edad de primera madurez: también se tiene pero no publicada por la UABC

5. Estudios fisiológicos

Algunas pruebas de consumo de oxígeno no publicadas (UABC).

6. Nutrición y crecimiento

No se tiene información.

7. Conducta

No hay información.

8. Población

Composición por tallas: de la población natural en B. Todos Santos y Bahía Tortugas (UABC, no publicada).
En Isla Cedros a San Juanico (INP, no publicada).

En la captura: no hay información publicada.

9. Edad de madurez

Existe información para B. Tortugas y B. Todos Santos (UABC, no publicada).

10. Relación peso longitud

Existe información pero no publicada (UABC).

11. Abundancia y densidad

Estimaciones del tamaño de la población en estudios del INP de Punta Abreojos a Punta San Juanico, no publicados 1989-1991.

12. Natalidad y reclutamiento

No se tiene información.

13. Mortalidad

Natural: Estimaciones de la UABC (no publicadas).

14. Dinámica poblacional

No hay estudios.

15. La población en la comunidad

No hay estudios.

16. La población en el ecosistema

No hay estudios.

RECURSO ERIZO ROJO (*Strongylocentrotus*)

1. Distribución

En adultos se tiene información no publicada (CRIP Ensenada).

2. Reproducción

Madurez: Ciclo anual en San Miguel (1984). Tesis licenciatura UABC. En informes internos del INP, 1985.

En proceso de estudio en el CRIP Ensenada, de las localidades de Santo Tomás, San Quintín, y el Rosario.

3. Fase embrionaria, larval y juvenil

No hay estudios,

4. Fase adulta

Longevidad: no hay información.

Edad máxima promedio: Se tienen tallas máximas (INP).

Edad de primera madurez: El INP en Ensenada cuenta con información.

5. Nutrición y crecimiento

Alimentación: Experimentos de trasplante de erizo, no publicado (CRIP Ensenada).

6. Conducta

No se tiene información.

7. Población

Composición por tallas y sexos: En la población natural, en algunas zonas (CRIP Ensenada) no publicada.

En la captura: Existe en el INP de Ensenada desde 1984 a la fecha.

8. Cambios en la primera talla de captura

Desde 1984 a 1991. No publicado (CRIP Ensenada).

9. Edad de primera madurez

Tesis de licenciatura UABC.

10. Relación peso longitud

Tesis de licenciatura (UABC) publicada. También en documentos internos del INP.

11. Abundancia y densidad

Tamaño poblacional: Existen estimaciones de las principales áreas de captura. Documentos internos del INP.

12. Natalidad y reclutamiento

No existen estudios.

13. Mortalidad

Natural: No hay estudios .

Por pesca: Lelevier y Palleiro 1987.

Palleiro 1991, en prensa .

14. Dinámica poblacional

Palleiro *et al* 1988.

Lelevier y Palleiro 1987.

15. La población en la comunidad

No existen estudios.

16. La población en el ecosistema

No existen estudios.

GRUPO ALMEJA CATARINA (*Argopecten circularis*)

Coordinador: Alfonso Maeda M. (CIB-La Paz)

Relator: Esteban Félix Pico (CICIMAR-IPN)

Participantes: Patricia Rogers N. (INP-SEPESCA)

Arturo Tripp Q. (CICIMAR-IPN)

José L. Castro A. (CRIP La Paz-INP)

El grupo hizo una revisión del nivel de conocimiento que se tiene de la almeja catarina en Baja California. Sobre esta especie trabajan varias instituciones científicas como la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), el CICIMAR, el CIB de la Paz y el Instituto Nacional de Pesca, todas ellas localizadas en La Paz y trabajando sobre una especie que constituye un importante recurso bentónico en la costa oriental de Baja California y en la zona de Bahía Magdalena. La revisión efectuada por el grupo de trabajo indica que de la biología y ecología de esta especie se conoce lo siguiente:

Distribución

Se conoce su distribución horizontal y parcialmente vertical de larvas, juveniles y adultos. No se tienen bien conocidos en todas las localidades los factores ambientales que limitan la distribución y abundancia de la almeja. (Keen 1971, Keen and Coan 1974, y Waller 1991)

Ciclo de vida

Se conoce en gran parte el ciclo gonádico y desove en la mayoría de las zonas de distribución del recurso, al menos en las zonas concesionadas para su explotación. No se tiene un conocimiento completo de las fases larvárias tanto pelágicas como bentónicas en condiciones naturales. En condiciones de laboratorio se tienen determinadas las fases larvárias (Avilés y Muciño 1988).

Se ha determinado la fecundidad en condiciones de laboratorio, no así en condiciones naturales.

Los ensayos de cultivo se han practicado desde 1976, iniciando en la ensenada de La Paz (Félix-Pico *et al.* 1980, Siewers 1983, Baqueiro *et al.* 1984, Tripp 1985, Reyes 1985, Singh 1987, Singh y Bohorquez 1987, Montañó y Pérez 1988, Amador *et al.* 1988, Avilés y Muciño 1991 y Cáceres *et al.* 1991). Los factores ambientales que influyen en la reproducción son conocidos de manera general, los óptimos de temperatura y salinidad, para cada una de las fases del ciclo de vida. Los patrones hidrodinámicos se conocen en algunas zonas, más no han sido interrelacionadas con el comportamiento larvario y del crecimiento, tanto para larvas, juveniles y adultos. Así mismo, en lo que respecta a la turbidez y seston.

Fases embrionarias, larvales y juveniles

Se tienen identificadas y descritas su morfología y duración en condiciones de laboratorio. Las tasas de mortalidad en dichas fases se tienen determinadas en laboratorio. En la naturaleza se desconocen los depredadores, parásitos y competidores en fases larvárias; en los juveniles sí se tiene conocimiento de ellos.

Existen enfermedades como bacterias y hongos, presentes en condiciones de laboratorio, que no han sido detectadas en la naturaleza.

Existen dietas establecidas para la alimentación de las larvas en laboratorio, pero no se conocen en la naturaleza.

Los factores ambientales que influyen nos son del todo conocidos.

Fase adulta (organismos maduros)

Se conoce la longevidad de estos organismos por observaciones de algunas poblaciones silvestres, con edad promedio de 1 año y una edad máxima de 3 años; la edad de primera madurez es de 2.5 cm. Se conoce en parte

los límites de tolerancia a los factores ambientales, pero no así a los de alimentación. Con respecto a los depredadores, parásitos y competidores, estos son conocidos en general. (Baquero *et al.* 1981, Gómez de Prado 1983, Rodríguez Jaramillo *et al.* 1988, Félix-Pico *et al.* 1991).

Nutrición y crecimiento

En aspectos de alimentación existen avances muy considerables así como en las tasas de crecimiento en condiciones de cultivo. La alimentación en condiciones naturales se desconoce (Avilés 1988).

Metabolismo

Se conoce en parte algunos aspectos, como es la tasa de respiración y consumo energético (Silva Loera 1987).

Conducta

Se han iniciado estudios tendientes a conocer su movilidad, migraciones y desplazamientos locales.

Población

Las evaluaciones de los bancos almejeros que son explotados en Baja California Sur, son realizadas frecuentemente por los técnicos del CRIP de La Paz, la estimación se lleva a cabo por medio de buceo, en términos de abundancia y densidad de organismos. Sobre esta base se estima la cosecha, pero existen diferencias en las cantidades estimadas, cuando éstas se miden por equipos de buceo diferentes, por lo que es necesario una revisión de la metodología para el muestreo (Yoshida y de Alba-Pérez, 1977). Con relación a la natalidad y reclutamiento, los avances en la captación de semilla silvestre de almeja catarina han sido desarrollados a través de 15 años de ensayos realizados por la Dirección de Acuicultura en el Estado, quien ha establecido la temporada de colecta para cada una de las zonas. Es importante resaltar la participación de los permisionarios en la instalación de colectores y la repoblación de los bancos (Amador-Buenrostro 1978, Félix-Pico *et al.* 1980, Baquero 1984, Hernández-Llamas 1984, Reyes 1988 y Tripp 1987).

Propuestas de Investigación

Las propuestas de investigación conjunta con instituciones australianas fueron discutidas en sesión plenaria y quedaron consignadas en la relatoría general de este Taller.

RESUMENES / ABSTRACTS

REFUGIOS ARTIFICIALES PARA IMPULSAR EL RECLUTAMIENTO DE JUVENILES DE LANGOSTA *Panulirus argus*

Enrique Lozano Alvarez *

RESUMEN

Los juveniles de la langosta del Caribe *Panulirus argus* se distribuyen en áreas someras cubiertas con pastizal marino y macroalgas, donde pasan alrededor de dos años, para después emigrar a zonas de arrecife coralino. A partir de la década de los cincuenta, la pesca de esta langosta en Cuba se ha basado en gran medida en la utilización de refugios artificiales, lo que ha provocado un aumento en las capturas de individuos juveniles y un gran impulso a la pesquería. En México, un sistema similar se utiliza en las bahías de la costa central de Quintana Roo. Se describen los refugios artificiales empleados en esta zona y su evolución. Actualmente, se está llevando a cabo un estudio sobre la colonización de juveniles pequeños a refugios artificiales de distintos modelos en diferentes localidades de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, con el objeto de determinar cuáles modelos funcionan de manera más adecuada en cada localidad, e investigar la factibilidad de impulsar la protección de juveniles pequeños con miras a aumentar el reclutamiento a la pesquería. Se presentan algunos avances de este estudio, así como algunos problemas que se han detectado.

ABSTRACT

The juveniles of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, occur in shallow areas covered with seagrasses and macroalgae, where they dwell for approximately two years, after which they emigrate towards coral reef zones. Starting from the fifties, the fishing for this spiny lobster in Cuba has been based mostly on the use of artificial shelters, which has resulted in an increase in the capture of juveniles and an impulse to the fishery. In Mexico, a similar system is used in the bays of the central coast of the state of Quintana Roo. The artificial shelters utilized in this zone, and their evolution, are described. Currently, a study is being carried out on the colonization of different types of artificial shelters by small juveniles, in various locations within Bahía de la Ascensión, Quintana Roo. The aim of this study is to determine which type of artificial shelter is the most adequate for each locality, and to investigate the possibility of enhancing the protection of small juveniles in order to increase recruitment to the fishery. Some preliminary results of this study are presented, as well as some problems that have been encountered.

* UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación "Puerto Morelos". Cancún, Q.R.

ASENTAMIENTO DE LARVAS Y SOBREVIVENCIA DEL ABULON *Haliotis spp.* CON DIFERENTES INDUCTORES

A. Salas Garza*
R. Searcy*
R. Flores Aguilar*
E. Carpizo I.*

RESUMEN

Las algas incrustantes coralinas en los fondos marinos juegan un papel fundamental en el proceso de asentamiento de larvas de abulón para su reclutamiento a los bancos naturales, ya que contienen moléculas análogas al ácido gama-aminobutírico (GABA) que son requeridas para inducir la metamorfosis.

La etapa de asentamiento y metamorfosis es una de las más críticas en la producción de semilla de abulón en el laboratorio, debido al bajo porcentaje de metamorfosis y a la elevada mortalidad después de ésta, los laboratorios nacionales se han visto imposibilitados en producir masivamente semilla de abulón. El Instituto de Investigaciones Oceanológicas desde 1988 inició la evaluación de distintos inductores al asentamiento que son utilizados con éxito en otros países, como lo son las diatomeas bentónicas y el mucus de abulón. Además se utilizó el GABA, cuyo uso comercial es reciente y poco común. Estos inductores fueron utilizados en larvas de *H. fulgens* y *H. rufescens* en varias ocasiones, evaluándose la metamorfosis 24 horas después de la inducción y la sobrevivencia un mes después. En todos los experimentos incluyendo uno con *H. corrugata*, el GABA mostró ser más eficiente con una metamorfosis del 79% al 100% y una sobrevivencia mayor al 18%. Con las diatomeas bentónicas se obtuvo una metamorfosis del 4% al 76% y una sobrevivencia menor al 5%, por último con mucus de abulón la metamorfosis fue del 10% al 25% y la sobrevivencia menor del 3%.

Estos resultados además de contribuir para el desarrollo de una biotecnia, pueden ser aplicados en el programa de liberación de larvas que actualmente realizan algunas Cooperativas Pesqueras.

ABSTRACT

The crustose coralline algae role in marine bottoms is very important for abalone larval settlement and their further recruitment to natural populations, because they contain molecules similar to gamma aminobutyric acid (GABA) which are required to induce metamorphosis.

Settlement and metamorphosis are critical stages to producing abalone seeds in laboratory. The massive production of abalone seeds by mexican laboratories has been very difficult due to low percentage of metamorphosis and high mortality rates after metamorphosing. Since 1988, the Instituto de Investigaciones Oceanológicas started to assess different settlement inductors, which are successfully used in other countries, for example, benthic diatoms and abalone mucus. We also used GABA, whose commercial use is very recent and not common. Experiments with these inductors were done in several opportunities with *H. fulgens* y *H. rufescens* larvae, assesing the metamorphosis after 24 hours, and survival after 1 month. GABA showed in all experiments, including one with *H. corrugata*, to be more efficient, as 79 to 100% of metamorphosis and a survival rate, higher than 18 %. Using benthic diatoms, figures were 4 to 76% of metamorphosis and a survival rate less than 5%. Finally, with abalone mucus, metamorphosis ranged between 10 to 25 % and survival rate less than 3%. These results contribute to the development of aquaculture biotechnic and could be applied for releasing abalone larvae programs that are being conducted by some fisherman cooperatives at the present time.

POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LAS LANGOSTAS *Panulirus gracilis* Y *Panulirus inflatus*.

Adolfo Gracia*
Pilar Fernández L.*

RESUMEN

Se compara el potencial reproductivo de las langostas *Panulirus gracilis* y *P. inflatus* con base en estimaciones de fecundidad de organismos colectados en el área de Zihuatanejo, Gro. La fecundidad de ambas especies presenta una relación lineal directamente proporcional con el peso de los organismos. La relación de la fecundidad con respecto a la talla (longitud de cefalotórax) es de forma potencial. La fecundidad de *P. gracilis* es mayor de la de *P. inflatus* en ejemplares del mismo peso, aunque no se presenta una diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las regresiones peso fecundidad de estas especies. Las relaciones longitud de cefalotórax-fecundidad sí muestran una diferencia significativa ($P < 0.05$); *P. gracilis* presenta mayor fecundidad a una misma talla. Las clases de talla que contribuyen en mayor proporción a la fecundidad poblacional varían en estas especies; es mayor en *P. gracilis* (76-78 mm. de L.C.) que para *P. inflatus* (68-78 mm de L.C.). Se compara la estrategia reproductiva de estas especies y se relaciona con su dispersión y éxito de reclutamiento.

ABSTRACT

Reproductive potential of the spiny lobsters *Panulirus gracilis* and *Panulirus inflatus* are compared through fecundity estimates on animals collected in the Zihuatanejo, Guerrero area. Both species showed a positive linear relationship between weight and fecundity. A relationship was found between weight and fecundity. A relationship was found between fecundity and size cephalothorax length. No significative difference ($P > 0.05$) was found between weight/fecundity regressions of both species, although in animals of the same weight fecundity was higher for *P. gracilis*. Cephalothorax length/fecundity of the two species were significative different ($P < 0.05$). Fecundity of *P. gracilis* is higher than *P. inflatus* for animals of the same size. Size classes which contributed a greater proportion to the population fecundity varied between the two species. Size class of *P. gracilis* is greater (76-78 mm. cephalothorax length) compared to *P. inflatus* (68-70 mm cephalothorax length). Reproductive strategy is compared and it is related to dispersion and recruitment success.

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México, D. F.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO BIOECOLOGICO DEL CARACOL *Astraea undosa*

Guillermo Torres Moya*
A.E. Almanza, E. Almanza*
A. Salas G.*

RESUMEN

Como resultado de la diversificación pesquera reciente, el caracol panocha *Astraea undosa* ha adquirido mayor importancia pesquera en la costa oeste de la Península de Baja California. Es un herbívoro oportunista que se presenta predominantemente sobre sustrato rocoso, siendo particularmente vulnerable a la pesca y al ataque por depredadores como langostas, estrellas de mar, pulpos y caracoles. Presenta un gradiente positivo de tallas promedio en relación con la profundidad, con una migración hacia el sublitoral coincidente con la edad de primera madurez sexual (tres años). Su pulso reproductivo principal ocurre en otoño, con alta probabilidad de fertilización externa debida a la proporción equivalente de sexos. Su periodo larval lecitotrófico es corto de 7 a 9 días seguido por un crecimiento anual promedio de 10 mm. y con una tasa instantánea de mortalidad natural promedio de 0.37. Se discute sobre las diferencias bioecológicas relevantes para el reclutamiento considerando diversas poblaciones de la península de Baja California, sugiriéndose la incorporación del enfoque biosistemático al esquema administrativo pesquero.

ABSTRACT

As a result of the recent diversification of the fisheries, the snail *Astraea undosa* has gained a greater importance on the west coast of the Península of Baja California. It is an opportunistic herbivore that lives predominantly on rocky bottom. It is highly vulnerable to fishing effort and to the attack of predators such as lobster, sea stars, octopuses and drilling snails. It shows a positive relationship between average size and depth, with a migration towards the sublitoral zone that coincides with first sexual maturity (3 years of age). The principal reproductive period occurs in autumn with a high probability of external fertilization attributed to equivalent proportion of both sexes. The lecitotrophic larval period is short (7 to 9 days) followed by an annual average growth rate of 10 mm and with an average instantaneous natural mortality rate of 0.37. Our presentation referred to the biological differences relevant to the recruitment, in different populations of the Península of Baja California, and we suggest the incorporation of a ecosystematic approach in the administration of the fishery.

**DENSIDAD, ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE
ABULON *Haliotis* spp Y SU RELACION EN EL PROCESO DE
RECLUTAMIENTO EN LA COSTA OESTE DE BAJA
CALIFORNIA SUR, MEXICO.**

G. León Carballo *
A. Vega-V. *
M. Reinecke R. *
J. Turrubiates M. *
G. Espinoza C. *
C. Castro A. *
J. L. Gutiérrez *

RESUMEN

Este trabajo comprende la descripción y análisis de datos sobre densidad (abulones-m²), abundancia (No. abulones y biomasa) y estructura poblacional (grupos de tallas, sexos, etc.) de las especies de abulón *Haliotis* spp, distribuidas en las zonas de pesca comprendidas desde Isla Natividad hasta Isla Margarita, B.C.S., en base a los estudios de evaluaciones cualitativas y cuantitativas efectuadas durante 1989 y 1990, por parte del CRIP-LA PAZ y Estación de Investigaciones Pesqueras de Bahía Tortugas, B.C.S. El análisis preliminar de la información disponible, permite detectar la existencia de diferencias significativas entre zonas de los índices de densidad, abundancia y estructura poblacional. Asimismo, se analiza la interrelación de estos parámetros con el proceso de reclutamiento a través de los cambios en la composición de las capturas y los niveles de rendimiento.

ABSTRACT

Density, abundance and population structure of the abalone species *Haliotis* spp are analysed and described. The study zone was from Isla Natividad to Isla Margarita on the West Coast of Baja California Sur.

This work is based on two annual quantitative and qualitative assessments of abalone populations carried out in that area by personnel from CRIP La Paz and Estación de Investigación Pesquera de Bahía Tortugas, B.C.S.

A preliminary analysis of the available information shows that there are significant differences among fishing zones in density, abundance and population structure. The relationship of these parameters with the recruitment processes through changes in capture composition and yield levels has been studied.

VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL E INDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA Y SU RELACION CON EL PROCESO DE RECLUTAMIENTO DE LAS LANGOSTAS (*Panulirus spp*), EN EL LITORAL OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR.

Armando Vega Velázquez *
Gerónimo Espinoza Castro *
Carlos Castro Aguirre *
Gilberto León Carballo *
José R. Turrubiates Morales *
Miguel A. Reinecke Reyes *

RESUMEN

Se describen y analizan la estructura poblacional (proporción de sexos, clases de longitud, proporción de especies) e índices de abundancia relativa (captura/trampa/marea), de la langosta roja (*Panulirus interruptus*) y azul (*P. inflatus*) en 11 áreas de la costa oeste de Baja California Sur, a partir de muestreos masivos mensuales durante el periodo agosto de 1989 - agosto de 1991. El análisis preliminar de las variaciones espacio-temporales revela diferencias significativas de los índices de abundancia entre áreas y una tendencia decreciente en sentido Norte Sur de la zona de Bahía Vizcaíno a Bahía Magdalena: La proporción de sexos presenta un patrón de variación estacional que se relaciona con el comportamiento reproductivo. La distribución de frecuencia de clases de tallas muestra variaciones en tiempo y espacio que se relaciona con la proporción de sexos, el efecto del régimen de pesca y las características ambientales de las áreas estudiadas.

ABSTRACT

Population structure and relative abundance indicators of both the California spiny lobster (*Panulirus interruptus*) and the spiny lobster (*P. inflatus*) are described and analysed for 11 areas of Baja California Sur west coast. Monthly sampling were carried out from August 1989 to August 1991. A preliminary analysis of the space-time variations shows significant differences in abundance by areas with a north-south decreasing trend. The sex ratio shows a seasonally variable pattern which is related to reproductive habits. The distribution of the size classes frequency seems to indicate that the variations in time and space are related to sex ratio, fishery management and environmental characteristics of the areas.

THE RELATIONSHIP BETWEEN STOCK AND RECRUITMENT IN THE MEXICAN ABALONE FISHERY: IMPLICATIONS FOR OUR UNDERSTANDING OF THE STRUCTURE OF ABALONE STOCKS

Jeremy D. Prince *
S.A. Guzmán del Prío **

ABSTRACT

An analysis of fisheries data from two regions of Baja California performed by modelling the process of stock reduction suggests that the productivity of abalone stocks in this region declined linearly with the level of stock remaining. In effect, the abalone fishery in this region has proceeded like a mining operation, mining out the stock rather than harvesting a renewable resource. This result could be taken to suggest that these stocks of abalone were incapable of sustaining a fishery. There was apparently no production from the stock surplus to that needed to account for natural mortality within the stock. However, further examination suggests that this lack of production may not indicate an unproductive stock, but that a process of serial depletion occurred. Modeling shows that if a fishery is composed of a large number of small unit stocks which are sequentially over exploited little surplus production will be generated for the fishery. This is because unit stocks within the fishery may only have two stages; virgin or over-exploited. In either state productivity from the stocks will be low or non-existent and hence the aggregate surplus yield will be minimal.

This result suggesting the existence of many small unit stocks within the abalone fishery of Mexico is consistent with a growing body of research. Obviously this structure must be taken into account in designing any study of recruitment processes in abalone. Newly developed techniques for measuring abalone recruitment are reviewed and possible experimental designs for studying recruitment processes are discussed in the light of this stock structure.

RESUMEN

El análisis de datos de la pesquería de abulón en dos regiones de Baja California, a través de la modelación del proceso de reducción de stock, sugiere que la productividad de las poblaciones de abulón en esta región declinaron linealmente con el nivel de la población remanente. En efecto, la pesquería de abulón en esta región ha procedido como una operación minera, minando los stocks más que explotando un recurso renovable. Estos resultados podrían ser tomados para sugerir que las poblaciones de abulón fueron incapaces de sostener una pesquería. Aparentemente, no hubo la producción excedente necesaria para contrarrestar la mortalidad natural dentro de la población. Sin embargo, un examen posterior sugiere que esta carencia de producción no necesariamente indicaría un stock improductivo, sino que lo que ocurrió fue un proceso de colapso en serie. El modelo muestra que si una pesquería está compuesta por un gran número de pequeñas unidades de stock las cuales son sobre-explotadas secuencialmente, muy poca producción excedente será generada por la pesquería. Esto se debe a que la unidad de población dentro de la pesquería puede tener solamente dos estados: virgen o sobre-explotado. En ambos estados la productividad de los stocks será baja o inexistente y de aquí que el rendimiento excedente que se agrega será mínimo.

* Fisheries Consultant, Leederville, Western Australia.

** Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IP.N. México

Estos resultados que sugieren la existencia de muchas y pequeñas unidades de stock dentro de la pesquería de abulón de México, es consistente con todo un cuerpo de investigación que está en crecimiento. Obviamente esta estructura debe ser tomada en cuenta para el diseño de cualquier estudio de procesos de reclutamiento en abulón. Se revisan técnicas recientemente desarrolladas para medir reclutamiento en abulón y se discute el posible diseño experimental para estudiar procesos de reclutamiento a la luz de dicha estructura poblacional.

DESARROLLO DE LA PESQUERIA Y CULTIVO DE LA ALMEJA CATARINA (*Argopecten circularis*) EN B.C.S., MEXICO

Arturo Tripp-Quezada *

RESUMEN

La pesca comercial de almeja catarina *Argopecten circularis* es una actividad que se realiza intensamente en ambos litorales de Baja California Sur, México.

Esta pesquería se sostiene de poblaciones que fluctúan ampliamente de un año a otro debido al reclutamiento irregular y a la sobre-explotación, razón por la cual, requiere del planteamiento de estrategias de manejo que conlleven al equilibrio entre su conservación y su manejo para su aprovechamiento racional.

Para apoyar las actividades de planeación del cultivo de *A. circularis*, se llevaron a cabo una serie de experimentos en tres sistemas lagunares de Baja California Sur.

Se identificaron los mejores sitios y fechas de colecta de juveniles, se analiza el crecimiento individual y tasa de mortalidad, se detectan parásitos y depredadores, se analiza la eficiencia de colectores de larvas y artes de cultivo, se propone un método de cultivo y un esquema para regular la pesquería.

ABSTRACT

The commercial fishery of the catarina scallop *Argopecten circularis* operates intensively on both coasts of Baja California peninsula.

The populations fluctuate widely from year to year due to both irregular recruitment and over exploitation. Because of the latter, it is necessary to develop a strategy to maintain an equilibrium between conservation of the resource and its proper management.

In order to support culture activities of *A. circularis* a series of experiments were conducted in three coastal lagoons of Baja California Sur.

The best localities and times for collecting juveniles were identified. We also analyzed growth and mortality rates and identified, predators and parasites. The efficiency of spat collectors were analyzed and a culture method and fishery management plan are proposed.

FACTORES ECOLOGICOS QUE INFLUYEN EN EL RECLUTAMIENTO DE *Macrocystis pyrifera*

Gustavo Hernández Carmona *

RESUMEN

Macrocystis pyrifera es un alga muy importante desde el punto de vista ecológico debido a las asociaciones que presenta con una gran cantidad de organismos donde habita y desde el punto de vista comercial por ser una de las principales fuentes para la obtención de alginatos.

Existen muchos factores fisiológicos y ecológicos que afectan a las poblaciones de *Macrocystis*. Especialmente se presenta una fuerte competencia con otras especies de algas y en este trabajo se ejemplifica un caso de sustitución competitiva con *Eisenia arborea* ocurrido en el sur de su distribución en Baja California posterior al fenómeno de El Niño de 1982-83.

Otros factores que afectan a esta especie son: la concentración de nutrientes, la temperatura del agua, el movimiento del agua (sobre todo durante tormentas), la salinidad, procesos de sedimentación, incrustación de organismos, ramoneo y enfermedades.

Se discute la compleja interacción de estos factores y la posibilidad de desarrollar técnicas de modelaje que nos conduzcan a conclusiones interesantes que permitan explicar y comprender la ecología de esta útil planta.

ABSTRACT

Macrocystis pyrifera is a very important algae both ecologically because of the interrelationships that yield great quantities of the organisms where they occur, and from the commercial point of view, because it is one of the principle sources of alginates.

There are many physiological and ecological factors which affect the populations of *Macrocystis*. Especially important is the strong competition with other species of algae. In this work, we exemplify a case of competitive substitution with *Eisenia arborea* that occurred in the southerly portion of the distribution of *Macrocystis* in Baja California after the phenomenon of El Niño of 1982-83.

Other factors which affect *Macrocystis* populations are: the concentration of nutrients, water temperature, the movement of water (especially storms), salinity, sedimentation processes, incrustation by organisms, grazing and diseases.

This paper discusses the complex interaction of these factors and the possibility of the development of modeling techniques that could lead us to understanding the ecology of this useful plant.

EFFECTO DE CAMBIOS CLIMATICOS EN LA ABUNDANCIA DEL ABULON EN LA COSTA PACIFICA DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

S.A. Guzmán del Prío *

D. Lluch Belda**

D. B. Lluch Cota**

S. Hernández **

C. A. Salinas Zavala **

RESUMEN

El abulón (*Haliotis spp*) es un molusco de costa rocosa que constituye una valiosa pesquería en la costa oeste de Baja California. Las últimas capturas registradas alcanzan cerca de las 800 toneladas (peso desconchado) equivalentes a 14.5 millones de dólares durante 1989.

Las hipótesis actuales sobre el colapso de la pesquería del abulón sostienen que la sobrepesca colapsó la población desovante afectando en forma muy severa la capacidad de reemplazo de la población. Se ha dicho que la práctica del desconchado a bordo antes de las descargas en la playa dio como resultado la imposibilidad de verificar el respeto de la talla mínima legal. Algunos autores advirtieron desde los años setentas sobre la alta proporción de organismos prereproductores en las capturas.

Si las capturas comerciales son un reflejo más o menos directo de la abundancia particular de aquellas especies sujetas a explotación largo tiempo, como es el caso de *Haliotis*, se puede hacer la pregunta de si otro tipo de factores como los cambios climático-oceanográficos pudieron determinar fluctuaciones en la abundancia de este recurso y por lo tanto, constituir una respuesta alternativa a la severa reducción de las poblaciones naturales de estas especies.

En este trabajo, se presenta un análisis combinado de las capturas y capturas por unidad de esfuerzo (c.p.u.e.) vs. comportamiento de la temperatura de la superficie del mar y la identificación del posible efecto de los cambios climáticos sobre la abundancia de las poblaciones de *Haliotis spp.* de la costa occidental de Baja California.

ABSTRACT

Abalone (*Haliotis spp*), a rocky-shore shellfish, constitutes a valuable fisheries resource on the west coast of Baja California. Abalone fisheries registered landings of almost 800 tonnes of flesh (i.e. weighed without shell), accounting for 14.5 million U.S. Dollars during 1989.

Current hypotheses regarding the abalone collapse suggest that overfishing depleted the reproductive stock, thus affecting in a severe way the population replacement capability. It has been said that the fishing practice of removing the shell before landing made impossible the verification of the minimum legal size. Some authors warned about the high proportion of pre-reproductive abalone in the commercial catches during 1970's.

If commercial catch is a more or less direct reflect of abundance, particularly of those under exploitation for a long time, like *Haliotis*, it may be asked if other factors, like oceanographic-climatic changes, are also be determining fluctuations in the abundance of this resources; and we therefore propose an alternative explanation, particularly regarding the severe decline of the natural populations of these species.

* Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. México.

** Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S., La Paz.

In this paper, a combined analysis of catches and catch per unit effort vs. sea surface temperature and upwelling activity is presented thus, we identify that climatic changes possibly affects the abundance of the populations of *Halotis* from Baja California west coast.

**LA FORMACION DE LOS BANCOS NATURALES DE ALMEJA
CATARINA (*Argopecten circularis*) EN LAS ZONAS PROFUNDAS DE
BAHIA MAGDALENA, B.C.S., MEXICO**

F. Solís-Marín *
A. Leija-Tristán *
A.N. Maeda-Martínez *
T. Reynoso-Granados *
D. Aurióles-Gamboa *

RESUMEN

No es explicable la existencia de importantes bancos naturales de almeja catarina en zonas profundas de Bahía Magdalena, si experimentalmente se ha demostrado que solamente sobrevive el 3% de los juveniles sembrados en zonas desprotegidas del fondo marino de la misma Bahía, debido a la depredación por peces y jaibas. En 1990, se explotó el banco del Blanquiscal en Bahía Magdalena y se obtuvo la mayor producción registrada de músculos de almeja catarina (600 Ton.) en ese sitio. Este lugar es una zona profunda (30 m.) que no provee de protección y sustrato para la fijación y desarrollo a los reclutas. En el presente trabajo se plantea una hipótesis sobre la formación de los bancos, que incluye el transporte de juveniles de la plataforma continental hacia la Bahía por la langostilla (*Pleuroncodes planipes*), en cuyos quelípedos ocurre el reclutamiento y el crecimiento de las almejas, hasta una talla menos vulnerable a la depredación.

ABSTRACT

It is difficult to explain the existence of large stocks of catarina scallops in the deeper zones of Magdalena Bay as predation on small juveniles of 1 cm by fish and crabs, reduces survival down to 3%, according to our experiments. In 1990, 600 tonnes of adductor muscles were obtained from the Blanquiscal stock, where the sea floor (30 m in depth) does not provide an adequate substrate or shelter to allow successful recruitment.

An hypothesis on the formation of the stocks is proposed, giving a major role to the pelagic red crabs (*Pleuroncodes planipes*), as transporters of scallop juveniles into the Bay, from the deeper waters of the continental shelf. Recruitment and growth occurs on the chelipeds of the red crab, where the juveniles remain attached by byssus threads until a larger size, less vulnerable to predation, is attained.

EXPLORACION Y EVALUACION DE LAS POBLACIONES NATURALES DE OSTRAS PERLERAS *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna* EN ALGUNAS AREAS COSTERAS DE LA BAHIA DE LA PAZ, SUDCALIFORNIA, MEXICO

Mario Monteforte*

RESUMEN

Estudios biológicos y ecológicos aplicados al cultivo extensivo de las ostras perleras *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*, se están desarrollando en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, en el marco de un proyecto institucional del Centro de Investigaciones Biológicas. Los objetivos generales del proyecto son:

1. Definir una tecnología de cultivo extensivo integral para ambas especies, misma que puede ser transferida y aplicada por los sectores interesados.
2. Contribuir a la recuperación del recurso natural mediante el repoblamiento de sitios considerados propicios, utilizando para ello organismos cultivados.
3. Iniciar estudios orientados a la producción de perlas cultivadas.

En cada uno de estos objetivos se incluyen numerosas investigaciones básicas sobre las especies estudiadas, con lo cual se contribuye considerablemente al conocimiento de su biología y ecología, tanto en el medio natural como bajo condiciones de manejo artificial.

Uno de estos trabajos paralelos es el que aquí presentamos. En éste se describen los resultados de varias exploraciones que se han realizado en la Bahía de La Paz desde 1987, con objeto de establecer la localización de los emplazamientos poblacionales y evaluar el estado del stock natural de las ostras perleras en términos de su densidad, estructura por tallas, observaciones sobre el reclutamiento natural y sobre las comunidades asociadas.

Se han explorado cerca de 95 sitios en la costa comprendida entre San Juan de la Costa y Playa Tecolote, incluyendo la Isla Espíritu Santo y 12 sitios adicionales entre las Bahías El Sargento-La Ventana y Cabo Pulmo. Se trata en su mayoría de facies a sustratos rocosos localizados entre superficie y 30-35 m. de profundidad, aunque también se han realizado prospecciones en fondos arenosos. Para fines descriptivos, de acuerdo a su geomorfología y su grado de exposición, estos sitios se agruparon en 5 tipos de costa. Las de tipo II y III (rocosas), son propicias a la colonización de *P. mazatlanica*, mientras que las de tipo IV y V (arena gruesa), lo son para *P. sterna*.

La densidad promedio estimada para los "bancos" localizados es de 0.5 ind./m² para madreperla y 0.7 ind./m² para concha nacar. Únicamente en el 15 % del total de sitios explorados se encontraron estos valores o ligeramente mayores. En raras ocasiones se observaron densidades cercanas a 1 ind./m².

Se llevó a cabo un estudio comparativo de la estructura por tallas de 4 emplazamientos poblacionales de *P. mazatlanica* cuyas densidades fueron de 0.7 y 0.9 ind./m²: Caleta, El Merito, Playa Gaviota, lado sur de Isla El Gallo y punta noroeste de Bahía de San Gabriel (costas tipo II y III).

La distribución por tallas mostró amplias discontinuidades, principalmente en San Gabriel e Isla El Gallo, sitios comúnmente visitados por turistas y pescadores. Tallas entre 35 y 65 mm. (organismos juveniles) se observaron con alguna frecuencia solamente en Isla El Gallo; en los demás sitios los individuos chicos son raros. Se notó una virtual ausencia de tallas medianas y grandes entre la zona superficial hasta 10-12 m. de profundidad, el cual es el intervalo del pescador "standar". Los individuos grandes

* Centro de Investigaciones Biológicas de la Paz, B.C.S.

(80-110 mm.) se encontraron solamente por abajo de los 15-18 m. de profundidad. Tallas mayores de 110 mm. hasta 130 mm. se observaron con mayor frecuencia a profundidades mayores de 25 m. en ciertas áreas como la Roca San Rafael, Bahía La Ventana y Los Tepetates.

Los resultados se aplican directamente en la selección de sitios propicios a la captación de semilla, a la instalación de estructuras de cultivo y de células de repoblamiento.

En términos generales, ha sido evidente la alta dispersión de los emplazamientos poblacionales de ambas especies sobre las costas y la baja densidad de éstos, además, el reclutamiento natural, principalmente el de la madreperla *P. mazatlanica* parece ser también bajo. Por otro lado, en repetidas ocasiones hemos hallado concheros recientes los cuales prueban la existencia de extracciones clandestinas actuales a pesar de una veda permanente, la cual, de nuestro conocimiento sigue estando vigente.

Se revela la urgente necesidad de emprender acciones extensivas de cultivo y repoblamiento que permitan la recuperación gradual del recurso. Por otro lado, es importante despertar la conciencia, tanto de los pescadores y prestadores de servicios turísticos, como de los sectores gubernamentales, para que se implementen programas de vigilancia y conservación de esta riqueza natural que debiera ser considerada como patrimonio nacional.

ABSTRACT

Applied biological and ecological studies oriented to the extensive culture of pearl oyster *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna*, are being developed in La Paz Bay, South Baja California, into an institutional project of the Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz. The general objectives of this project are:

1. To define and integral extensive culture technic for both species, which could be tranfered and applied by public or private sectors.
2. To contribute to the recuperation of the resource through the repopulation of sites considered as propitious using cultured organisms.
3. To start studies oriented to the production of cultured pearls.

Within each of these subjects are a number of basic research programs designed to enhance our knowledge of their biology and ecology, both in their natural environment and under culture conditions.

One of these parallel works is presented here. The results of several explorations conducted in La Paz Bay since 1987 are described. The purpose of these observations is to establish the localization of the population settlements and to evaluate the actual state of the local pearl oyster stocks in terms of their density, size structure, rate of natural recruitment and observations on the associated communities.

Over 95 sites have been explored in the coast between San Juan de la Costa and El Tecolote beach, including Espiritu Santo Island, and twelve additional sites between El Sargento-La Ventana and Cabo Pulmo bays. These sites are mainly rocky shores located between 0 and 30-35 m. although some prospections has occurred on sand bottoms for descriptive purposes from their geomorphology and degree of exposure, these sites have been grouped into five types of shore line. Shore line type II and III (rocky) are propitious for the colonization of *P. mazatlanica* while types IV and V (coarse sand) are better for *P. sterna*.

Estimated average density of "bancks" was 0.5 ind./m² for the mother of pearl, and 0.7 ind./m² for the nacre shell. These values or slightly higher were found only in 15% of the total sites explored. Densities near 1 ind./m² were rarely observed.

A comparative study of the size structure off four populations found densities between 0.7 and 0.9 ind./m²: El Merito Bay, Creeck Gaviota) southern coast of Island El Gallo,

nor-west point of San Gabriel Bay (costs type II and III). Size distribution showed vast discontinuities, mainly in San Gabriel and El Gallo island, where are sites commonly visited by fishermen and tourists. Sizes between 35-65 mm. (juvenile individuals are rare. the absence of medium and large sizes was noted in the superficial zones down to 10-12 m. depth, which is the interval exposed to the "standard" fisherman. Large individuals (80-110 mm.) are found only deeper from 15-18 m. depth. Sizes over 110 mm. up to 130 mm. were observed under 28m. depth in certain sites such as rock San Rafael, La Ventana Bay and Los Tepalcates.

The results of this work are being directly applied in the choice of sites propitious for the capture of pearl shell, for the installation of culture structures and the repopulation of stocks.

In general, it has been evident that the actual pearl oyster banks are highly scattered along the coast of the Bay, they have low densities and natural recruitment also seems to be low. Furtive and uncontrolled extractions of large and medium sized individuals negatively affect the natural recuperation of the resource and the size structure of local populations. These activities are still present despite the permanent ban which is still in effect.

There is an urgent need for extensive actions of culture and repopulation which contribute to the gradual recuperation of the resource. It is also important to raise the awareness of fishermen, touristic services and government institutions so as to develop survey and conservation programs oriented to the preservation of this natural resource which should be considered as national patrimony.

EL ERIZO MEXICANO *Strongylocentrotus franciscanus*: ECOLOGIA CUALITATIVA Y MEDIDAS ADICIONALES DE MANEJO Y PROPUESTAS DE REPOBLACION NATURAL EN BAJA CALIFORNIA

Lily Romina Salgado-Castro *

RESUMEN

La pesquería de erizo rojo en B.C. no es tan extensa como en Chile o E E U U. Las capturas, sin embargo, en proporción y socioeconómicamente son muy significativas.

Las primeras medidas de manejo del recurso se implementaron hace 4 años.

Con el conocimiento alcanzado de los stocks y su hábitat y de la disponibilidad y accesibilidad de las áreas para experimentación se sugiere:

- A. 1. Limitar la talla máxima de captura.
- 2. Moratoria a la actividad pesquera en las áreas sobre explotadas.
- 3. Reducir el esfuerzo pesquero.
- 4. Rotación en la explotación de los bancos.
- B. Experimentos de:
 - 1. Trasplante de erizo.
 - 2. Instalación de arrecifes artificiales de conchas de almeja catarina.
 - 3. Instalación de colectores de juveniles de erizo.
 - 4. Alimentación artificial y en pozos o encierros naturales de erizo.

ABSTRACT

The red sea urchin in B.C. is not as abundant as in Chile and U S A. However, its catch is very significative, from the socioeconomic point of view.

The first management regime began 4 years ago.

From the knowledge obtained about the stocks, their habitat, accessibility and availability, our proposals are:

A. Limit the maximum size to 110 mm., place a moratorium on fishery activities in the over-exploited areas, to reduce the level of effort and introduce a rotation of fishing areas.

B. Undertake experiments on, sea urchins transplanting, artificial reefs with scallops shells, seeds collectors and artificial feeding and growth in natural pools and closures.

ARTICULOS EN EXTENSO

MADUREZ SEXUAL EN ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* (MOLLUSCA: GASTROPODA) DE ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA

Alma Rosa García Juárez *
Martín Ortiz Quintanilla

RESUMEN

El estudio contiene información acerca de la madurez sexual en Abulón Azul, *Haliotis fulgens* de la costa Suroeste de Isla de Cedros, Baja California.

Se utilizó información biológica de un total de 379 organismos obtenidos durante 13 meses de muestreos: diciembre de 1989 a diciembre de 1990.

La estimación del desarrollo gonadal expresada en porcentaje de madurez se obtuvo por observación directa, aplicando una escala convencional del 0 al 4: 0 incipiente; 1 inmaduro; 2 madurando; 3 maduro y 4 desovado o flácido.

De la revisión y análisis, particularmente del estadio 3 (maduro) se desprenden dos periodos reproductivos: uno durante los meses del verano, julio y agosto (43.3 y 40.6 por ciento) y otro en diciembre de 1989 y 1990 (55.0 y 73.3 % respectivamente). De igual manera, el estadio 2 (maduración) se observó también dentro de dos periodos: abril a junio y septiembre a noviembre de 1990 y el estadio 4 (desove) se observó de enero a marzo (29.6, 12.5 y 6.9 %, con porcentaje mayor en enero).

Conforme al periodo de veda aplicado, se observó que aunque se presentaron valores máximos de maduración en julio y agosto, cubiertos por el periodo de veda vigente; aún así, se observaron valores máximos de maduración durante diciembre de 1989 y 1990, lo cual señala una segunda etapa de maduración en dicho mes y conforme al mecanismo regulatorio para la pesquería, esto deberá de ser considerado para un adecuado manejo del recurso.

ABSTRACT

This paper contains information about the sexual maturity of the blue abalone, *Haliotis fulgens* on the Southwestern Coast of Isla de Cedros, Baja California.

Biological information from 379 organisms obtained during 13 months from: December 1989 to December 1990 were used.

The gonadal development (percent) was estimated visually on a scale from 0 to 4 (0 incipient, 1 immature, 2 maturing, 3 mature and 4 spawning)

The analysis mainly of stage 3 (mature animals) showed two reproductive periods. One during the summer, July and August (43.3 and 40.6 percent), and during December 1989 and 1990 (55.0 and 73.3 % respectively). The stage 2 (maturing) also presented two periods (April-June and September-November) and the stage 4 (spawning) observed from January to March (29.6, 12.5 and 6.9 %) with a maximum during January.

The maximum monthly values were observed during July and August within the closed season, but during December 1989 and 1990, maximum values were also observed suggesting a second maturity stage in this month. According to the regulatory mechanisms for the fishery, this might be considered to ensure an adequate resource management.

* Instituto Nacional de la Pesca. CRIP. Ensenada, B.C.

INTRODUCCION

El abulón *Haliotis* spp., es uno de los recursos pesqueros de importancia de México. Se encuentra distribuido en el Océano Pacífico a lo largo del litoral e islas adyacentes y se mantiene como una de las pesquerías importantes por su alto valor en el mercado nacional e internacional.

Durante la temporada de pesca 1989-90 en la Isla de Cedros, Baja California, se llevaron a cabo muestreos biológicos mensuales de abulón azul, *Haliotis fulgens*, para situar los meses de reproducción, haciéndose el seguimiento de las diferentes etapas de desarrollo gonádico.

Gracias al convenio de investigación celebrado entre el INP y la Cooperativa "Pescadores Nacionales de Abulón", se abarcó un total de 13 meses de muestreos ininterrumpidos en una localidad de Isla de Cedros (costa surcoste); campos "San Agustín" a "La Colorada".

Antecedentes

Entre los primeros trabajos realizados sobre el desarrollo gonádico del abulón, se puede citar a Ortiz (1966), quien siguió el criterio de apreciación visual del apéndice reproductor; estimó una escala de maduración: Inmaduro, en proceso de maduración y los completamente maduros. Posteriormente, la determinación de madurez en campo se estimó utilizando una escala numérica diseñada por el Proyecto Abulón/Langosta del INP (0 = incipiente 1 = inmaduro; 2 = madurando y 3 = maduro; Guzmán *et al.*, 1971).

El ciclo reproductivo en el Abulón azul, *Haliotis fulgens* de Isla de Cedros, B.C. a nivel histológico fue estudiado por Sevilla (1971), señalando que durante los meses de junio hasta octubre la mayor parte de las muestras se encontraron en etapas reproductivas. En este mismo año Andrade (1971) menciona para el abulón azul y amarillo el máximo de madurez sexual durante septiembre en la zona de Bahía Tortugas B.C.S.

Objetivos

Conocer la madurez sexual y evaluar su periodicidad en el ciclo anual reproductivo del abulón azul, *Haliotis fulgens* en la costa Suroeste de la Isla de Cedros, Baja California, a partir de muestreos biológicos mensuales.

MATERIALES Y METODOS

Se obtuvo una muestra mensual de 30 organismos aproximadamente con ayuda de equipos abuloneros.

Se colectó un total de 379 organismos muestreados durante 13 meses, diciembre de 1989 a diciembre de 1990.

El desarrollo gonadal se registró por observación directa en el campo y mediante cortes transversales del cono gonádico, utilizando una escala de 0 al 4, utilizada por Ortiz *et al.* (1987).

La muestra estuvo representada por machos y hembras e incluye organismos por abajo de 150 mm de longitud de concha, Figura 2.

La frecuencia relativa, conforme a la escala fue comparada con la temporada de veda en vigor, para la zona I donde se localiza la Isla de Cedros, B. C., Figura 1, considerando la porción Suroeste de la misma (campos "San Agustín", "La Colorada"). Las vísceras fueron fijadas en solución de formalina Buffer al 10 %, para un análisis histológico, el cual se encuentra en proceso.

La información fue almacenada y procesada en computadoras del CRIP de Ensenada, B.C.

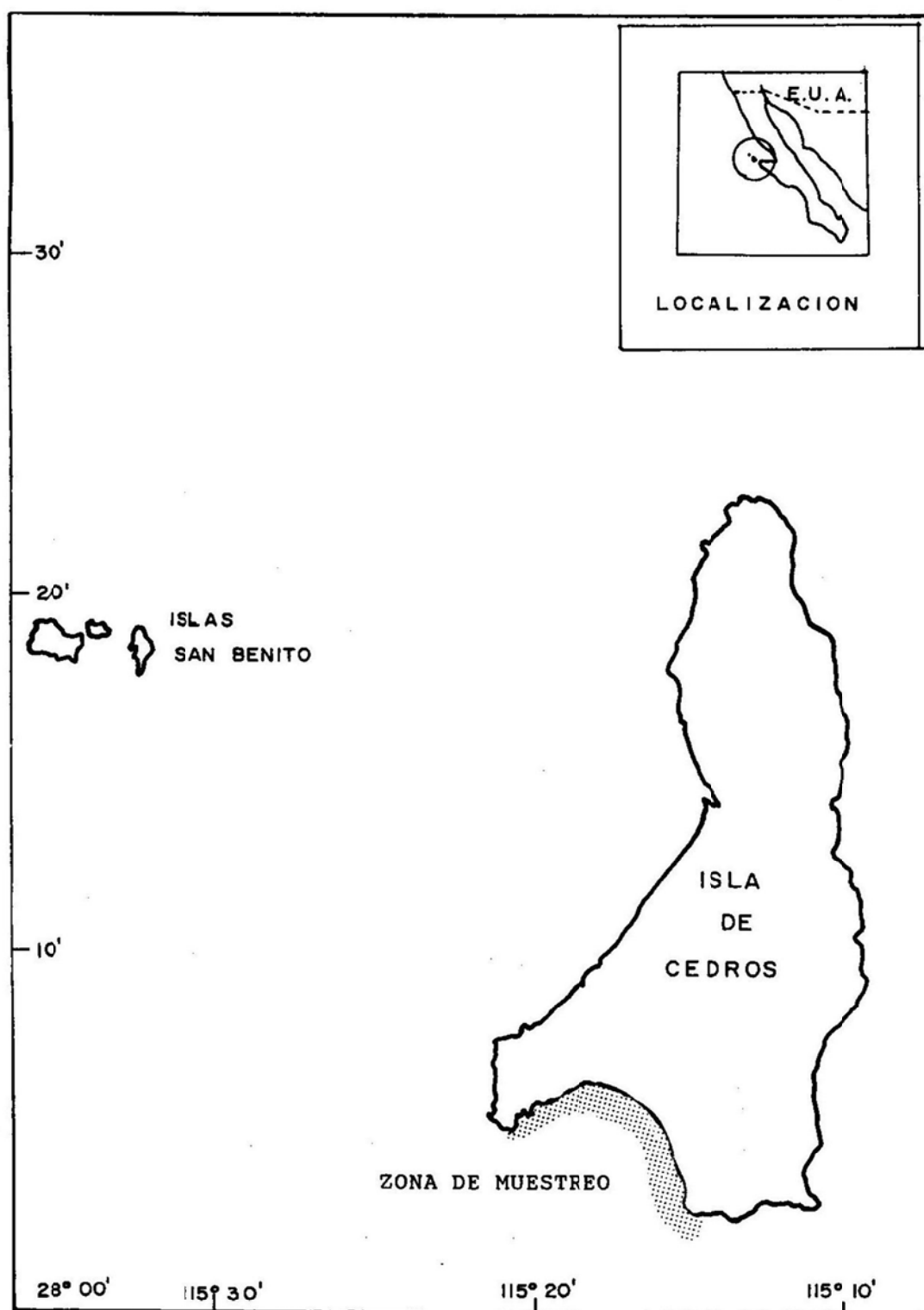


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL LUGAR DE COLECTA DE VISCERAS DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* DURANTE DICIEMBRE 1989 A DICIEMBRE DE 1990.

RESULTADOS

Ciclo Reproductivo

En la Tabla 1 y Figs. 3 a 9 se concentra la información obtenida durante 13 meses de muestreo. En resumen la actividad gonádica durante diciembre de 1989 a diciembre de 1990 fue como sigue:

Diciembre 1989	El 58.0% de los organismos se encontraron en etapa reproductiva.
Enero 1990	Aparece el mayor porcentaje de organismos desovados (29.6%) y 37.0% en estadio indiferenciado.
Febrero	Un mínimo de organismos desovados (13.3%) y el máximo de indiferenciados, 66.7% (gónada en reposo; no se evidencia actividad gametogénica).
Marzo	Un máximo de organismos inmaduros (1). Se inicia la actividad gametogénica.
Abril-junio	Caracterizados por el aumento considerable de la actividad gametogénica (89.3; 65.5 y 96.7% de organismos en estadio 2, madurando) y un mínimo de organismos que han alcanzado el estadio 3, maduro.
Julio-agosto	Incremento de organismos en estadio 2 (madurando) y 3 (maduro).
Sept-nov	Se mantienen elevados porcentajes de organismos en el estadio 2; (93.7; 93.1 y 94.4).
Diciembre 1990	Elevado porcentaje de organismos del estadio 3, maduro, (73.3%)

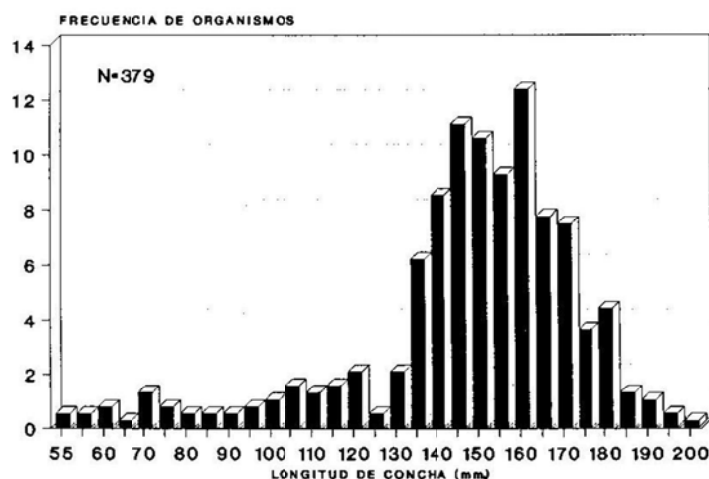


FIGURA 2. TALLAS DE ABULONES AZULES, *Haliotis fulgens* COLECTADOS EN ISLA CEDROS, DE DICIEMBRE DE 1989 A DICIEMBRE DE 1990.

Tabla 1. MADUREZ SEXUAL (%) EN ABULON AZUL, <i>Haliotis fulgens</i> DE ISLA DE CEDROS, B.C. DURANTE DICIEMBRE 1989 A DICIEMBRE DE 1990.					
ESTADIO:					
MES	0*	1	2	3	4
Dic. 89	15.8	5.3	21.0	58.0	0.0
Ene. 90	37.0	3.7	3.7	25.9	29.6
Feb.	66.7	0.0	20.0	0.0	13.3
Mar.	0.0	75.0	3.6	14.3	7.1
Abr.	0.0	7.1	89.3	3.6	0.0
May.	20.7	3.4	65.5	10.3	0.0
Jun.	0.0	0.0	96.7	3.3	0.0
Jul.	6.9	0.0	48.3	44.8	0.0
Ago.	12.5	9.4	37.5	40.6	0.0
Sep.	0.0	6.3	93.7	0.0	0.0
Oct.	0.0	0.0	93.1	6.9	0.0
Nov.	5.6	0.0	94.4	0.0	0.0
Dic.	0.0	0.0	26.7	73.3	0.0
(*) 0= indiferenciado; 1 = inmaduro; 2= madurando; 3= maduro; 4= desovado o flácido-					

Madurez sexual

Indiferenciado o estadio (0)

Presente principalmente en organismos jóvenes menores a 115 mm., sin presentar las características de coloración, tanto de hembras como de machos.

En la tabla 1 y figuras 3 y 9 se muestra que en el mes de febrero se presentó el mayor porcentaje de organismos en este estadio (66.7).

Inmaduro o estadio (1)

A través de la cutícula se advierte el desarrollo del tejido germinativo y la coloración característica de los sexos.

La tabla 1 y figuras 4 y 9 muestran el mes de marzo donde se presentó el máximo porcentaje de organismos en este estadio (75.0).

Madurando o estadio (2)

La diferenciación sexual es evidente y el estrato germinativo alcanzó mayor grosor.

Este estadio presentó mayores porcentajes a lo largo del año, principalmente a partir de abril hasta noviembre (89.3 a 94.4), como se observa en la Tabla 1 y figuras 5 y 9.

Maduro o estadio (3)

El estrato germinativo alcanza el máximo grosor y en hembras es posible distinguir en algunos casos y a simple vista ovocitos liberados.

La tabla 1 y figuras 6, 8 y 9 presentan los porcentajes de este estadio y los máximos durante diciembre 1989 y 1990 (58.0 y 73.3); así como en julio y agosto (44.8 y 40.6). Esto último pudiera ser indicador de un segundo periodo reproductivo.

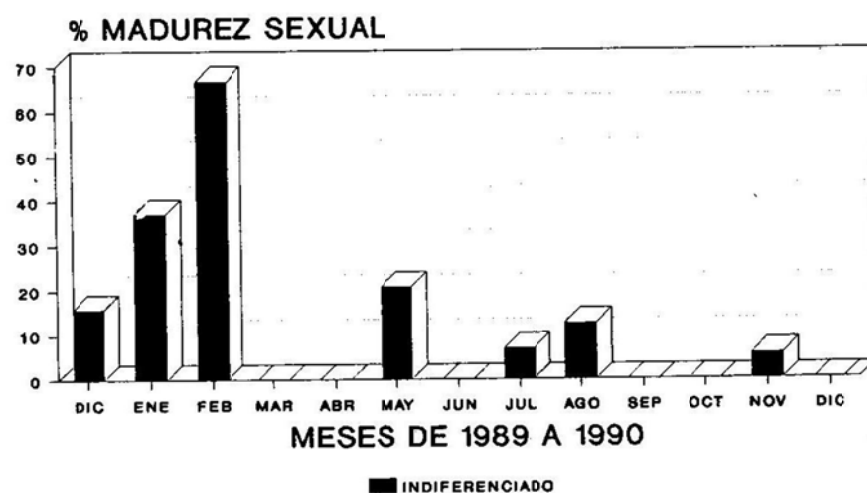


FIGURA 3. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIO INDIFERENCIADO.

Desovado o estadio (4)

Se advierte la gónada flácida por la eliminación de células reproductivas y presencia de las no expulsadas, permitiendo con ello distinguir sexos. Este estadio se presentó durante enero a marzo, con el máximo porcentaje en enero, como se observa en la tabla 1 y figuras 7 a 9.

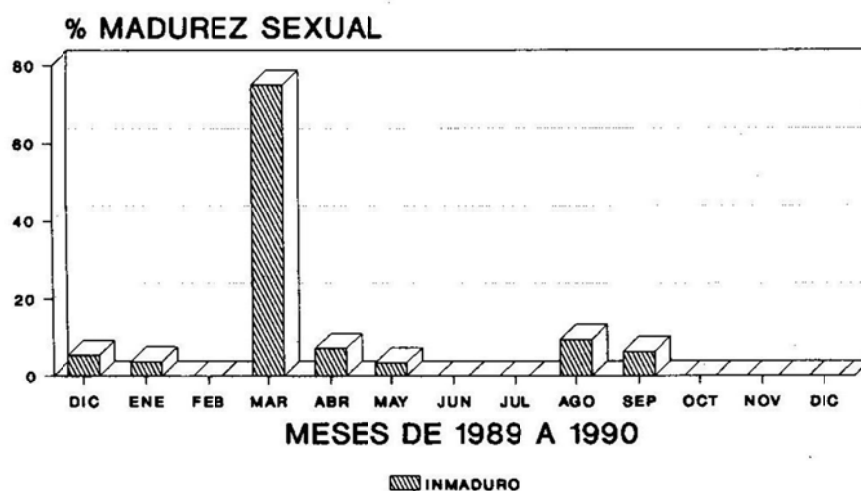


FIGURA 4. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIO INMADURO.

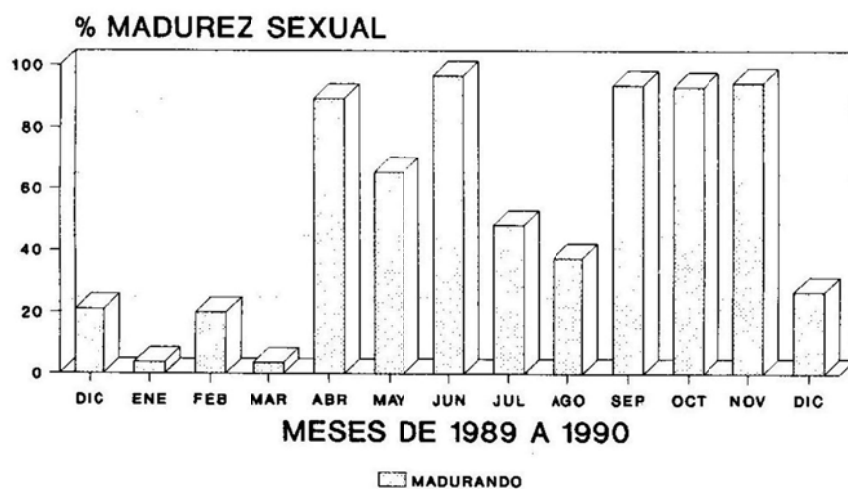


FIGURA 5. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIO MADURANDO.

Composición por talla

Los muestreos comprendieron organismos desde la talla de 57 hasta 202 mm., como se observa en la figura 2, habiéndose cubierto el 58.4 % dentro de tallas mínimas legales y el 41.6 % bajo la talla legal; el intervalo de clase de mayor frecuencia estuvo entre 160-164 mm.

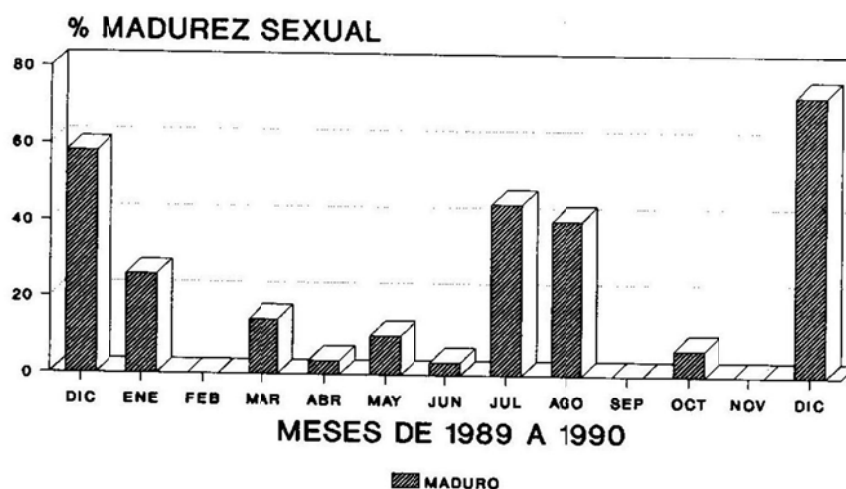


FIGURA 6. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIO MADURO.

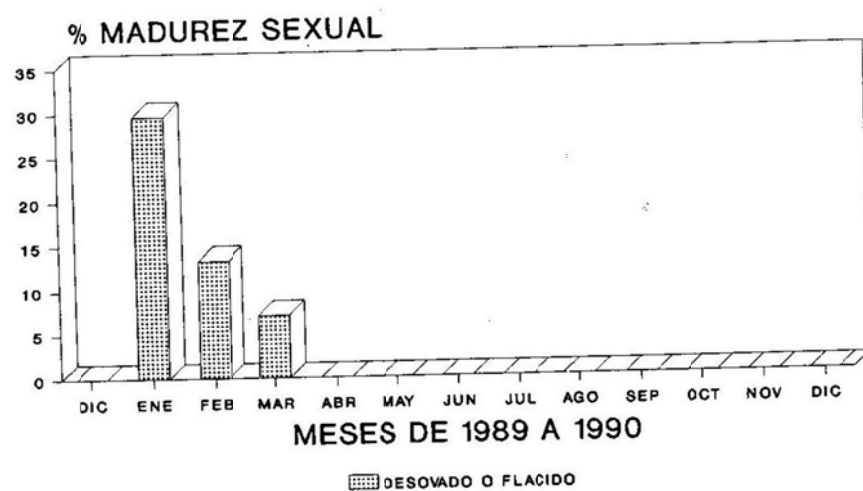


FIGURA 7. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIO DESOVADO O FLACIDO.

Composición por sexo

De los 379 abulones colectados 204 fueron hembras; 138 machos y 37 indiferenciados; Proporción 1.00:0.68 macho, figura 7.

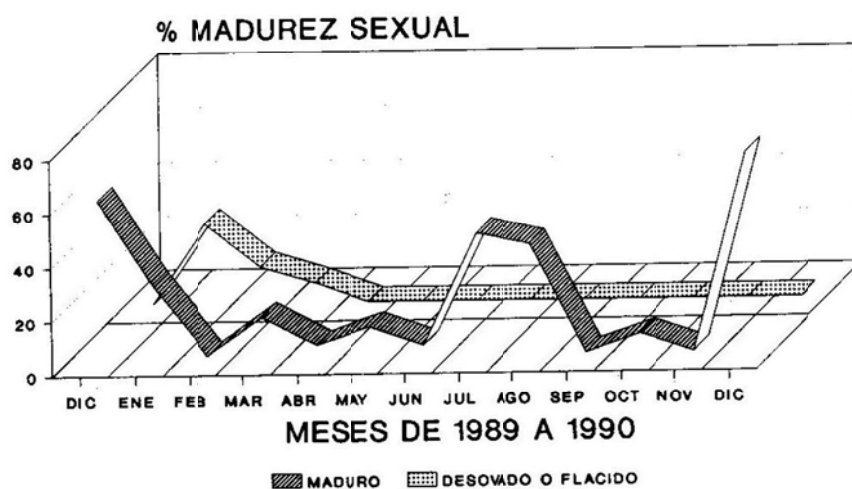


FIGURA 8. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIOS MADURO Y DESOVADO O FLACIDO.

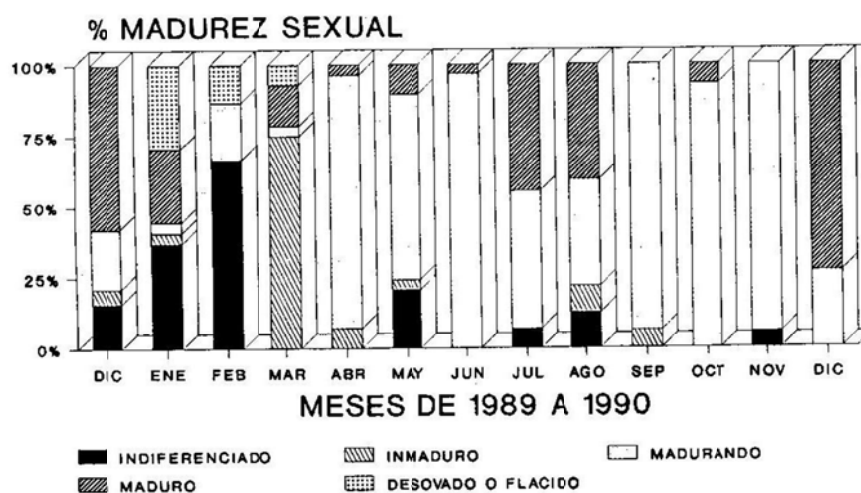


FIGURA 9. MADUREZ SEXUAL EN % DE ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* EN ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA. ESTADIOS DE MADUREZ.

Talla mínima de madurez

La talla menor en la que se observan individuos maduros, se considera como la talla mínima de madurez. Al respecto, Lelevier *et al.* (1989) señalan la talla de 95.0 mm. para el abulón azul de la Zona I donde se ubica la zona de estudio. La talla mínima de madurez (estadio 2 = madurando) encontrada en el estudio correspondió a un abulón azul de 104 mm. de longitud de concha.

Talla de reclutamiento reproductor

La talla de reclutamiento reproductor corresponde al 50 % de la frecuencia acumulativa de los individuos que se encontraron en proceso de maduración y maduro (estadios 2 y 3), dentro del ciclo de muestreos. Se aplicó una línea que corta al 50 % de los organismos muestreados y para el abulón azul de la zona de estudio correspondió a 152 mm. de longitud de concha.

Las diferencias entre las tallas de reclutamiento reproductor indicadas y la calculada (152 mm.), podrían atribuirse a un efecto de muestreo de la captura comercial y a errores de medición, más que a una variación real en las tallas de reclutamiento.

CONCLUSIONES

Se estima que no existe información específica suficiente respecto a otros campos pesqueros, acerca del ciclo reproductor, sin embargo, se consideraron los trabajos realizados por García *et al.* 1989 y Ortiz *et al.* 1990 sobre abulón azul *H. fulgens* en los que se obtuvieron altos porcentajes de madurez durante el mes de diciembre en campos abuloneros de I. Cedros.

En este trabajo se determinaron cinco etapas considerando la morfología externa de la gónada (Ortiz *et al.* 1987). Sin embargo, es importante señalar que la información que resulte del análisis histológico de muestras mensuales dentro de este mismo período permitirá corroborar estos resultados.

Se observó que existen dos modas en la época reproductiva (estadio 3) y en la que se incluye tanto a hembras como a machos; una en invierno (diciembre) y otra durante el verano (julio-agosto), lo cual coincide con los trabajos de Sevilla 1971, y Ortiz 1966.

La proporción de hembras y machos en los muestreos biológicos fue de 1:00 a 0.68 machos.

Los meses de mayor incidencia de organismos del estadio 3 (maduro) correspondieron a diciembre 1989 y 1990; así como julio y agosto.

El estadio que predominó durante la mayor parte del año fue el 2 o madurando, abarcando los meses de abril hasta noviembre.

La madurez promedio durante diciembre fue de 58.0 - 73.3 y para julio y agosto de 44.8 y 40.6 %.

RECOMENDACIONES

El análisis de la pesquería del abulón requiere una programación para salidas de campo específicas, para la obtención de muestreos en los demás campos pesqueros de Isla de Cedros; así como para las zonas asignadas a otras Sociedades Cooperativas Pesqueras de Baja California durante un ciclo anual.

Por la importancia que representa el estadio 3 (maduro) en la regulación de esta pesquería, es necesario continuar muestreando en los meses de invierno y verano.

AGRADECIMIENTOS

A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores Nacionales de Abulón", S.C.L., por el apoyo logístico y financiero brindado a través de un Convenio de investigación. Nuestro reconocimiento al Ocean. Daniel G. Romero A., Asesor Técnico de la Cooperativa, por el apoyo directo en todo momento. Nuestro reconocimiento a los integrantes del Proyecto Abulón/Langosta del CRIP Ensenada: Ocean. José G. González A., Francisco Salgado H., Fidelia Caballero A. y Ocean. Arturo L. Lelevier G., por su activa participación en el logro de los muestreos de campo.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE P.M.L. 1971. Estudio gonadal en *Haliotis* spp. Esc. Sup. Cien. Mar. Univ. Auton. B.C. Tesis Prof.
- GARCIA J.A.R., F. CABALLERO A. y F. SALGADO H. 1989. Madurez y Fecundidad en *Haliotis fulgens* (Mollusca: Gasteropoda) durante diciembre de 1986 en Islas Benitos, Baja California, México. Sría. Pesca. Inst. Nal. de la Pesca. I Simp. Inter. Abulón, Biol. Pesq. y Cultivo. La Paz, B.C.S., México.
- GUZMAN DEL PROO S.A., V. MARÍN y C. CASTRO A. 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón *Haliotis* spp. de Baja California en los años 1963, 1970. Mem. Simp. Recs. Pes. Mas. de México. Ensenada. SIC; Subsría. Pesca. Inst. Nal. de la Pesca: 219-278.
- INO T. and K. HARADA. 1961. On the spawning of abalone in the vicinity of Ibaragi Prefecture. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. Bull. 31: 275-281.
- LELEVIER G.A.L., M. ORTIZ Q., J.G. GONZALEZ A., G. LEON C., J.R. TURRUBIATES M. y M.A. REINECKE R. 1989. Análisis biológico pesquero del stock de abulón en la Península de Baja California durante las temporadas de pesca 1981-1988. Evaluación y diagnóstico. Sría. Pesca; Inst. Nal. de la Pesca; (documento interno) 137 pp.
- ORTIZ Q. M. 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulón comercial de las Islas de Cedros, Benitos y Guadalupe, Baja California. S.I.C.; Dir. Gral. Pesca e Inds. Cons. Inst. Nal. Invest. Biol. Pes. Trab. Div. XI (109): 1-43.
- ORTIZ Q.M. y J. GONZALEZ A. 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca: Gasteropoda), a partir de colectas en El Rosario, Islotes Benitos y Bahía Asunción Baja California. Sría. Pesca., Inst. Nal. de Pesca CRIP-Ensenada. Docto. Tecn. int. No. 1: 17-41.
- ORTIZ Q. M., A.R. GARCIA J. y F. SALGADO H., 1987. Madurez, Índice Gonadal y Fecundidad de dos especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca: Gasteropoda) de la Isla de Cedros, Baja California. Sría. Pesca; Inst. Nal. de la Pesca. Mem. VII Congr. Nal. de Oceanografía. Ensenada.

- ORTIZ Q. M. y J.G. LEON C. 1988. Recursos Pesqueros de México y sus perspectiva. Recurso Abulón *Haliotis* spp. En: Recursos pesqueros del país. Sria. Pesca; Instituto Nal. de la Pesca.: 11-51.
- ORTIZ Q. M., J.G. LEON C., M.A REINECKE R., A.L. LELEVIER G., J.R. TURRUBIATES M. y J.G. GONZALEZ A. 1990 . Proceso Reproductivo en especies de abulón (*Haliotis* spp.) y su relación con los mecanismos regulatorios pesqueros en la costa occidental e islas de la península de Baja California. México. Sria. Pesca; Instituto Nal. de la Pesca. CRIP-Ensenada. VIII Simp.Int.de Biología Marina. I.I.O., U.A.B.C.
- SEVILLA H.M.L. 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens* Phillippi. Rev. Soc. Méx. Hist. Nat. Tomo XXXII: 129-139.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF BENTHIC RESOURCES

C. J. Crossland *

ABSTRACT

The development and continuity of industries based on harvesting benthic marine resources requires management principles and goals to ensure that the resources are utilized in a sustainable manner. The management options must be founded on scientific knowledge and an understanding of the economics related to capture, processing and marketing. Management of the industries should be dynamic, responding to feedback from scientific and economic inputs.

In addition to the "standard tools" traditionally applied to fisheries management (stock size, recruitment, growth), we need to greatly enhance our knowledge of ecological processes which apply to the targeted species, for both single and multispecies fisheries. Key processes include trophic relationships, habitat/niche requirements, species interactions, and effects of external factors such as climatic variables. A holistic understanding is required to under-pin the management of benthic resources utility.

RESUMEN

El desarrollo y continuidad de industrias cuya base es la explotación de recursos marinos bentónicos, requiere del manejo apropiado de principios y metas que aseguren que esos recursos son utilizados de forma sostenida. Las alternativas de manejo deben basarse en el conocimiento científico y en un entendimiento de los aspectos económicos relacionados con la captura, procesamiento y comercialización. El manejo de estas industrias deberá ser dinámico, retroalimentándose de información científica y económica.

Además de las "herramientas estándar" tradicionalmente aplicadas al manejo de pesquerías (tamaño poblacional, reclutamiento, crecimiento), necesitamos ampliar considerablemente nuestro conocimiento de los procesos ecológicos que se aplican a las especies de nuestro interés, tanto para pesquerías mono como multiespecíficas. Los procesos clave incluyen relaciones tróficas, requerimientos de hábitat y nicho, interacción de especies y efectos de factores externos tales como variables climáticas. Se requiere un entendimiento holístico para apuntalar el manejo de los recursos bentónicos.

Basados en casos de estudio que incluyen pesquerías tradicionales, se revisan los parámetros clave de procesos ecológicos requeridos por el conocimiento científico, para determinar las necesidades del desarrollo sostenido de los recursos marinos bentónicos.

INTRODUCTION

The sustainable development of benthic resources, indeed any natural resources, is not a new concept. However, it is a concept that has remained mostly as theory with little effort, globally, to put it into practice through the development of effective options applicable to natural resource management. Fisheries and benthic resource management are not exceptions to this generalization.

The development of fisheries management practices has traditionally focussed on the target stock with efforts directed to recognising the fish biology, dynamics and interactions between different fisheries and various fish stocks. Limitations in knowledge on these issues, imperfections in the application of management strategies and poorly addressed economic aspects have not only led to the "boom-and-bust" syndrome in some fisheries but also have contributed to the virtual annihilation of some fisheries.

* CSIRO Institute of Natural Resources and Environment, Canberra, Australia

In recent decades there has been increased support for a multispecies approach to fisheries management and the clear recognition of a need to appraise and operate any fisheries resources within a holistic, ecosystem approach. Such an approach requires cognisance of the physical and chemical environment as well as the biological features. An understanding of the variations in key ecosystem factors in time and space, and the development of knowledge of forcing functions and their cause-effect relationships in terms of the food chain (e.g., biomass, composition, recruitment) are the critical issues affecting the management of all fisheries including benthic resources.

In considering the sustainable development of benthic resources, I will briefly address the meaning of "sustainable development", emphasise the need for a holistic (ecosystem view for resource management, consider several elements essential for effective management, and comment on the research needed to support the development and function of management options). The emphasis of this discussion will be on shallow water and coastal benthic resources. Generally these comments apply to deepwater benthic resources but little management effort has been made in their direction mainly because of limited knowledge of both the resources and their environment.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The term "sustainable development" implies that economic development and environmental maintenance are not antagonistic but that they are compatible goals. The term has been defined (and given global credence) by the Brundtland Report as "meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (WCED 1987). The concept is based on recognition that the complex relationship between economy, environment and social aspirations can be organised - globally, regionally and locally - to ensure that the world can live within its ecological means.

The transition of the concept of sustainable development to operational principles which will allow implementation has occupied policy makers in a number of countries in recent years.

In Australia there has been a major effort directed to addressing the tenets of "ecologically sustainable development" (ESD 1990). This has been done through the establishment of nine governmental Working Groups which are now reporting on the application of the following principles:

- * improvement in material and non-material well-being
- * intergenerational equity
- * intragenerational equity
- * maintenance of ecological systems and protection of biodiversity
- * global ramifications, including spillover, international trade and international cooperation
- * dealing cautiously with risk, uncertainty and irreversibility

These principles have been addressed on a sector-specific basis ranging from fisheries and agriculture to mining and tourism, within the context of the Australian economy and environment. In addition various issues have been developed that require an inter-sectoral approach (e.g., coastal zone management) and these are subject to special reports by the Working Groups.

In terms of benthic resources, sustainable development implies recognition that these resources are part of larger aquatic ecosystems that need to be used in a sustainable manner. Consequently there is the necessity to protect not only the benthic resources but "also the environment, habitats and ecosystems which sustain them recognising that humankind is part of the natural environment" (ESD Fisheries 1991).

HOLISTIC (ECOSYSTEM) VIEW

The development of a holistic approach to the utilization and management of benthic resources is imperative. Most of the benthic resources that are harvested from shallow and coastal areas are static or relatively immobile after recruitment to their habitats. As such their survival, growth and other "stock" parameters which are regarded as critical to traditional management of such fisheries are obviously susceptible to local changes in environmental conditions. There is likely to be a high variability in interactions of land, sea and atmospheric factors on an interannual basis. These interactions will impinge on the biological systems in a variety of ways and so influence the local status of benthic resource stocks. Fishing and harvesting are additional pressures on the resources.

As a consequence it is necessary to develop a platform of knowledge which includes an understanding of the specific biology and environment (ecosystem) of benthic resources, beyond the standard approaches that have been taken for fisheries management.

Recruitment, stock size, fecundity, growth, catch-effort, marketability-the standard parameters and processes that are required to be understood and monitored in the process of developing management models and strategies are important pieces of information. However, from a holistic or ecosystem view point these measurements should be considered as results (or symptoms) of causal factors involving environmental variations and ecological processes. This argument gains credence from the generally high variability observed in stocks and yields of most benthic resources which are harvested globally and the inability or lack of rigour in models that have been developed for predicting the annual status of benthic resource fisheries.

An understanding of ecosystem function across a range of time and space scales is important for consideration in the development of management options not only to identify determining or causal factors but also to identify events which seemingly have little or no influence on resource status. Knowledge of the timing of relevant biological events is needed (e.g., spawning, settlement) as is an understanding of boundaries delimiting breeding populations. However these factors need to be placed in the context of wider environmental changes and events, such as variations in physical processes (e.g., currents, upwelling, extremes of tidal excursions, substrata stability), coastal and catchment events (e.g., seasonal runoff, wetlands discharges), species interactions (e.g., seasonal predator abundance/distribution).

The need for a holistic approach to the sustainable development and management of benthic resources is not just a theoretical concept. Globally, the few wild fisheries of benthic resources which are seen as well-managed and providing predictable and sustainable yields, have as part of their management foundation some understanding of the influence of broader environmental factors.

The western rock lobster fishery in Western Australia is an example (Phillips 1981, Phillips and Pearce in press). A key element for the management of this fishery has been an understanding of the life cycle and of the role of currents and hydrographic conditions influencing recruitment. While the knowledge is incomplete, it has led to an effective predictive catch model. Similarly an understanding of the importance of hydrographic processes on larval transport in other commercial species of crustacea is providing indications of strengths and patterns of recruitment in other fisheries (Rothlisberg 1988).

A knowledge of the influence of wider environmental factors on life stages (as measured by growth, survivorship, habitat availability/preferences) of benthic species has potential to enhance the development of management options. For example, additional information gained on nursery habitats of the western rock lobster (movement, predation, food availability) may contribute to the development of intervention methods to increase juvenile survivorship e.g., through the use of artificial shelters.

In contrast, the scallop fisheries (*Pecten* spp, *Chlamys* spp, *Amusium* spp) in Australia have been overexploited so that stock levels are now very low (Young and Martin 1989). Scallop populations are known to show high spatial variability but the causes in Australia are poorly understood and management controls have generally been imposed to meet social and economic objectives. Studies elsewhere indicate that recruitment and reproduction can be influenced by a number of environmental variables.

The usefulness of the holistic approach to the management of benthic resources is demonstrated in the study of French Frigate Shoals (Polovina 1984). An effective food chain model derived from that study could be used to aid the development of management strategies for resource utilization.

MANAGEMENT

The sustainable management principle for benthic resources is synonymous with ecosystem management, not solely for management of the target fisheries. To achieve this principle, there is a need to gain knowledge of the resource distribution and the effects of key ecosystem parameters, recognising the importance of various temporal and spatial scales on processes, mechanisms and biological responses. In addition an understanding of the economics of resources use (e.g. capture, processing, marketing) is required, along with an appreciation of the effective fishery technologies and their potential influence on the resources and their habitats.

The development of a holistic view for the management of benthic resources is not a simple process. It requires a clear strategy, recognition of the principles of ecosystem function, and a willingness to tap an array of information (from global to local scale). The last requires an intellectual but pragmatic approach and a program

of directed research to identify critical ecosystem, resource and economic information. Resultant resource management options must be designed with the capability to monitor the effectiveness of applied management options and, through an iterative process, provide feedback to an adaptive management procedure for the benthic resource.

RESEARCH

Management of benthic resources (indeed any fishery) in the context of the larger ecosystem requires a high level of data and scientific input, beyond traditional catch statistics, to include key ecological indicators. The broader range of scientific data reflects the continuing need for management and regulatory authorities to manage and minimise risk and uncertainty. Important in the application of adaptive management strategies is the continuous improvement of predictive models, data and the results of applied research and monitoring programs.

While the need for improved and extended scientific research is obvious, in some regions local or traditional ecological knowledge and management of resources can provide valuable insights and information for sustainable development (Johannes 1981, in press). This approach has proved of great value especially where local communities and cultures have had a long term involvement in fishing and use of benthic resources e.g., the Pacific islands.

Application of the "sustainable development" concept to benthic resources and fisheries provides a rational basis for management. However, it may require an adaptation or a change in philosophy by resource management agencies to achieve the outcomes identified by the various governmental and global forums. The development of policies and strategies for sustainable development of resources are issues that should be addressed by national agencies to ensure that initiatives reflect and integrate with the national culture, economy and aspirations.

REFERENCES

- ESD (1990) Ecologically sustainable development: A Commonwealth discussion paper, June 1990. Australian Government Publishing Service, Canberra, 41p.
- ESD, FISHERIES (1991) Ecologically sustainable development working groups: Draft report - fisheries, August 1991. Australian Government Publishing Service, Canberra, 127 p.
- JOHANNES, R. E. (1981) Working with fishermen to improve coastal tropical fisheries and resource management. *Bull. Mar. Sci.* 31: 673-680.
- JOHANNES, R. E. (in press) Integrating traditional ecological knowledge and management with environmental impact assessment. In: Traditional Ecological Knowledge. Occasional Paper, Natural Resource Institute, University of Manitoba. Canadian Environmental Assessment Research Council.
- PHILLIPS, B. F. (1981) The circulation of the southeastern Indian Ocean and the planktonic life of the western rock lobster. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 19: 11-39.
- PHILLIPS, B. F. and A. F. PEARCE (in press) Oceanic processes, puerulus settlement and recruitment of the western rock lobster, *Panulirus cygnus*. Proceedings of the Bowden Conference on Interdisciplinary Approaches to Larval Dispersal and Recruitment Processes in the Marine Environment, Thredbo, February 1990.
- POLOVINA, J. J. (1984) Model of a coral reef ecosystem I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs* 3: 1-11.
- ROTHLISBERG, P. (1988) Larval transport in coastal crustacea: Three case histories. In: Coastal-Offshore Ecosystem Interactions, Ed. Bengt-Owe Jansson, pp. 273-290. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies, Vol. 22. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- WCED (1987) Our Common Future. The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, 444 p.
- YOUNG, P. C. and R. B. MARTIN (1989) The scallop fisheries of Australia and their management. *CRC Critical Reviews in Aquatic Sciences*, Vol. 1, pp. 615-638. CRC Press Inc.

LA PESQUERIA DEL ERIZO ROJO *Strongylocentrotus franciscanus* EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Julio S. Palleiro N *
David Aguilar Montero *
J. Manuel Romero M. *

RESUMEN

La pesca de erizo constituye una de las más importantes pesquerías en el estado de Baja California, al ser generadora de aproximadamente 2,000 empleos directos y captar por concepto de exportación entre 4 a 6 millones de dólares por temporada.

La captura de erizo anual es del orden de las 4,000 toneladas de peso entero, de las cuales corresponden aproximadamente 320 toneladas de gónada.

En los últimos tres años el sector social ha aportado el 70 % de la captura total en la entidad.

En este trabajo se presentan los aspectos más relevantes de esta importante pesquería.

ABSTRACT

The fishery of the sea urchin is one of the most important fisheries in the state of Baja California, to establish 2,000 direct jobs and 4 to 6 millions dollars each year.

The season catch is around 4,000 tons of total weight and correspond approximate to 320 tons of sea urchin roe.

The catch of the social sector is 70 % of the anual catch of the state.

This paper presents the principal aspects of the red sea urchin fishery.

INTRODUCCION

La pesca comercial de erizo en Baja California se establece con registros de captura en 1972, aunque los primeros intentos de explotar el erizo se realizaron a finales de la década de los sesentas (Malagrino, 1972).

El objetivo de la captura de erizo es únicamente por sus gónadas, que son utilizadas para consumo humano directo, con un alto valor comercial en el mercado oriental, por lo que desde el inicio de la pesquería hasta la fecha, la totalidad de la producción se exporta al Japón.

Las primeras poblaciones de erizo que se explotaron fueron las que se encontraban cercanas al Puerto de Ensenada, las cuales fueron explotadas por un número reducido de buzos que en su mayoría fueron buzos abuloneros que al disminuir las capturas de abulón en la porción norte del estado se dedicaron a esta pesquería.

En la actualidad la explotación comercial del erizo se realiza desde los Islotes Coronados hasta Punta San Carlos que corresponde a una distancia aproximada de 400 kilómetros.

La captura de erizo es especialmente sobre una especie, el erizo rojo *S. franciscanus*, aunque existen en la costa occidental de Baja California otras especies, este erizo es el que presenta la mejor calidad en sus gónadas (Palleiro *et al.* 1988).

ASPECTOS DE LA PESQUERIA

En la temporada de pesca 1990-1991 el número total de permisos para la captura de erizo rojo fue de 39, divididos en: Sector Privado con 22 personas físicas y 3 empresas y Sector Social: 3 Sociedades Cooperativas, 2 Uniones de pescadores y 9 Unidades de Producción Pesquera Ejidal.

* Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Ensenada, B.C.

El número de equipos de pesca registrados fue de 294 de los cuales 128 fueron del sector privado y 166 del sector social.

El número de plantas procesadoras registradas en el estado es de 23, las cuales emplean entre 15 a 50 personas, dependiendo de la cantidad de erizo que reciban.

El rendimiento de gónada de erizo procesada y peso total del organismo varía del 6 al 10 %

La producción de gónada de erizo por temporada se constituye en términos generales por un 60 % de primera calidad, 30 % de segunda calidad y 10 % de tercera calidad.

El precio de gónada varía de 20 a 34 dólares el kilo de primera calidad y 10 a 17 dólares el kilo para la de segunda calidad.

Reglamentación

- 1.- La época de captura es del mes de julio a febrero dejando de pescar de marzo a junio.
- 2.- La talla mínima de captura es de 80 milímetros de diámetro de caparazón de erizo rojo.
- 3.- Cuota de captura por zona y temporada.

Captura de Erizo

La captura de erizo rojo en el estado de Baja California presenta grandes fluctuaciones con capturas máximas en los años de 1979 y 1986 como se observa en la figura 1, durante los últimos cuatro años se han presentado menores fluctuaciones con captura del orden de las 4,000 toneladas de peso entero.

La captura mensual de erizo de las últimas dos temporadas se presentan en las figuras 2 y 3, observándose que los meses de mayor captura son de agosto a noviembre.

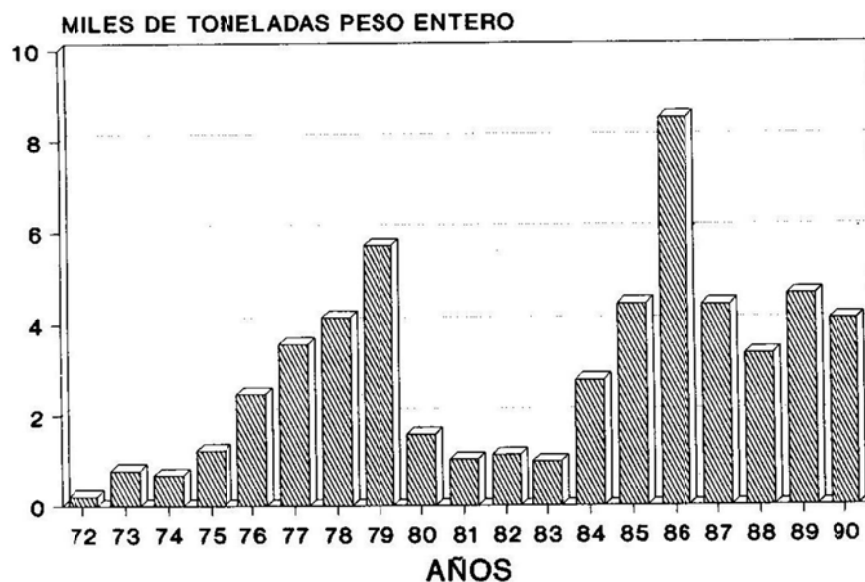


FIGURA 1. CAPTURA ANUAL DE ERIZO B.C.

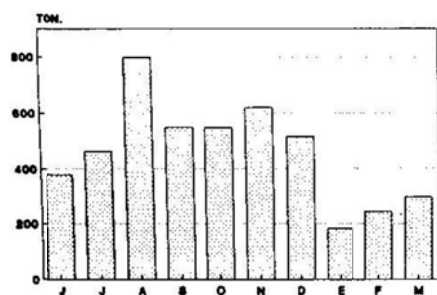


FIGURA 2. CAPTURA MENSUAL TEMP. 89-90.

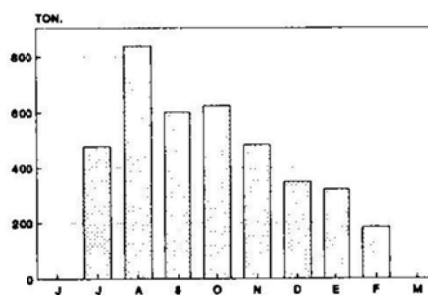


FIGURA 3. CAPTURA MENSUAL TEMP. 90-91.

Captura de erizo por sector

Desde el inicio de la pesquería hasta 1984 el sector más importante en aporte a la captura total era el privado, pero a partir de la incorporación de las unidades de producción pesquera el sector social es el que aporta la mayor parte de la captura como se observa en la figura 4, en donde en los últimos tres años el sector social ha aportado el 70% de la captura total de erizo en el estado.

Este aspecto reviste gran importancia ya que esta pesquería toma una connotación de aporte a la economía de los sectores sociales como son las sociedades cooperativas y las Uniones de Producción Pesquera Ejidal, generando un desarrollo rural muy importante.

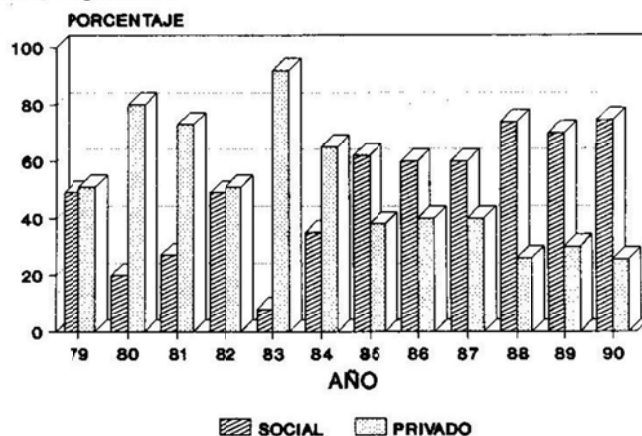


FIGURA 4. PORCENTAJE DE CAPTURA POR SECTOR.

Esfuerzo y C.P.U.E.

En base a la información disponible se utilizó como unidad de esfuerzo el número de equipos, para construir una serie de datos desde 1979 a la fecha. El número de equipos de pesca aumentó notablemente en 1986 y 1987 trayendo como consecuencia un decremento importante en la C.P.U.E. de 1987 a 1990, de 13.61 ton/equipo para el último año a diferencia del mejor rendimiento en 1985 de 62.55 ton/equipo, como se puede observar en la figura 5.

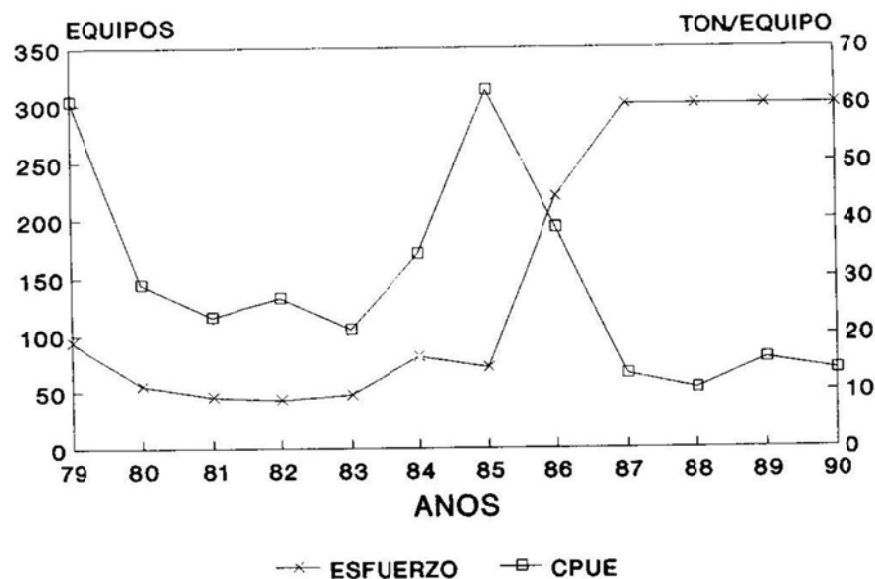


FIGURA 5. ESFUERZO Y CPUE DE ERIZO EN B. C.

El Proyecto de Erizo del CRIP Ensenada implementó a partir de 1988 una bitácora de pesca para registrar la información de captura y esfuerzo con una medida más fina que el número de equipos, consistiendo en el día de trabajo o marea.

La captura por unidad de esfuerzo referida a kilogramos de erizo entero por marea para las tres últimas temporadas es la siguiente:

TEMPORADA	C.P.U.E.
88-89	309.23
89-90	309.48
90-91	241.51

Observándose para la última temporada una menor captura por unidad de esfuerzo, debido principalmente a la presión de pesca sobre el recurso.

Zonas de pesca

Con el objeto de observar las diferencias entre áreas con condiciones similares de parámetros ambientales y de disponibilidad de alimento se dividió en cuatro zonas el área de influencia de esta pesquería en la costa occidental del estado de Baja California las cuales son las siguientes:

ZONA	LIMITES
I	ISLOTES CORONADO-PTA.BANDA
II	PUNTA BANDA-PUNTA COLNET
III	PUNTA COLNET-EL SOCORRO
IV	EL SOCORRO- PUNTA ESCARPADA

La localización de estos puntos se puede observar en la figura 6.

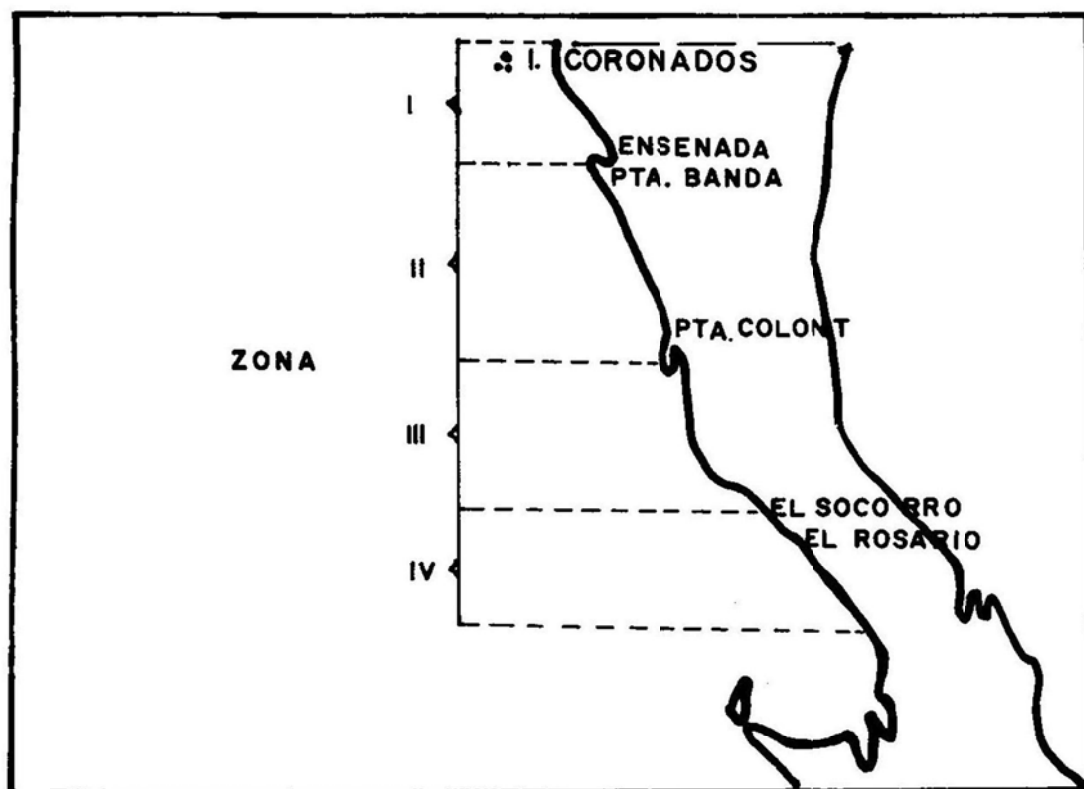


FIGURA 6. ZONAS DE PESCA DE ERIZO.

En base a esta división los permisionarios y equipos por zona registrados en la temporada de pesca de erizo 1990-1991 fueron los siguientes:

ZONA	PERMISIONARIOS	EQUIPOS
I	14	66
II	11	77
III	8	49
IV	6	102

Captura por zona

La captura de erizo (toneladas de peso entero) por zona de pesca para las últimas tres temporadas ha sido la siguiente:

ZONA	87-88	88-89	89-90	90-91
I	677	396	712	574
II	902	680	701	871
III	585	243	436	283
IV	1,755	1,808	2,744	2,154

La zona más importante de captura es la Zona IV aportando más de la mitad de la captura total en el Estado.

En la figura 7 se puede observar gráficamente la tabla anterior, presentándose fluctuaciones en tres zonas excepto la Zona II ha sido la más estable en cuanto a captura se refiere.

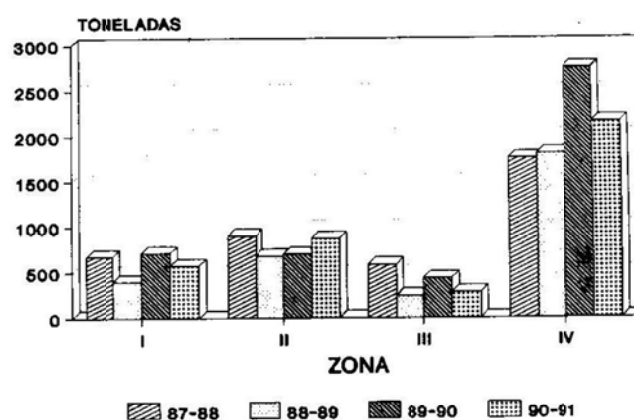


FIGURA 7. CAPTURA DE ERIZO POR ZONA.

C.P.U.E. por zona de pesca

En base a las bitácoras de pesca se ha podido observar la variación de la captura por unidad de esfuerzo por zona de pesca consistiendo en la siguiente información:

ZONA	88-89	89-90	90-91
I	306.40	318.58	202.66
II	181.73	205.36	214.17
III	231.95	365.51	181.42
IV	448.62	390.74	306.56

En la figura 8 se puede observar gráficamente los datos anteriores, notando la disminución de la captura por unidad de esfuerzo en tres zonas para cada temporada, con la diferencia de la Zona II que la captura por unidad de esfuerzo tendió a incrementarse.

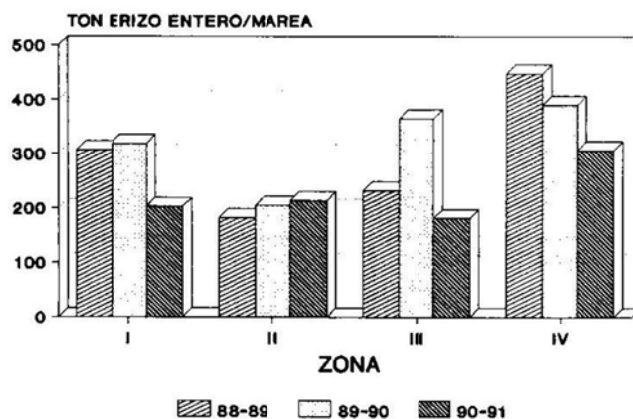


FIGURA 8. CPUE DE ERIZO POR ZONA.

COMPOSICION DE TALLAS EN LA CAPTURA COMERCIAL

Para conocer la composición de tallas de erizo en la captura comercial se realizan muestreos en las plantas procesadoras.

Los primeros muestreos en plantas procesadoras se realizaron en 1984, año en se comenzó a entregar el erizo entero en la planta ya que antes se recibía solamente la gónada del erizo en recipientes de plástico.

La talla promedio de los erizos muestreados en el periodo 1984 a 1991 se muestran en la figura 9, observándose la reducción de estas tallas.

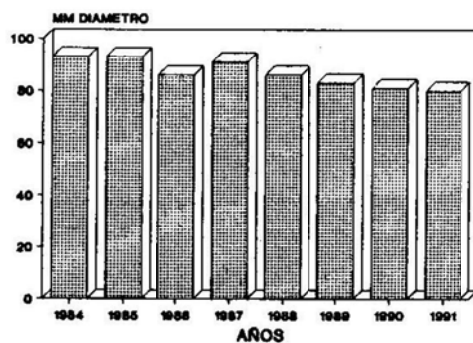


FIGURA 9. TALLA PROMEDIO DE ERIZO.

Los muestreos de erizo de 1984 a 1987 se trabajaron en el Programa de Computación conocido como ELEFAN para determinar la talla de reclutamiento a la pesquería dando esta 75.508 milímetros de diámetro de caparazón, como se observa en la figura 10. También se determinó que el patrón de reclutamiento a partir de esos muestreos fue bimodal como se observa en la figura 11.

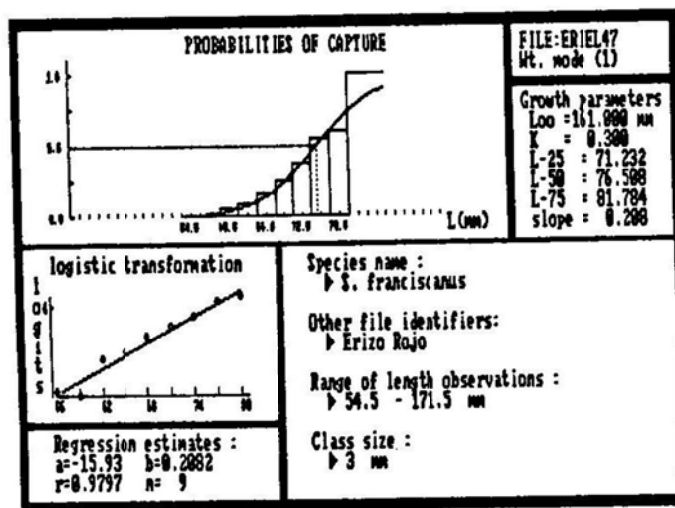


FIGURA 10. TALLA DE RECLUTAMIENTO A LA PESQUERIA. ELEFAN.

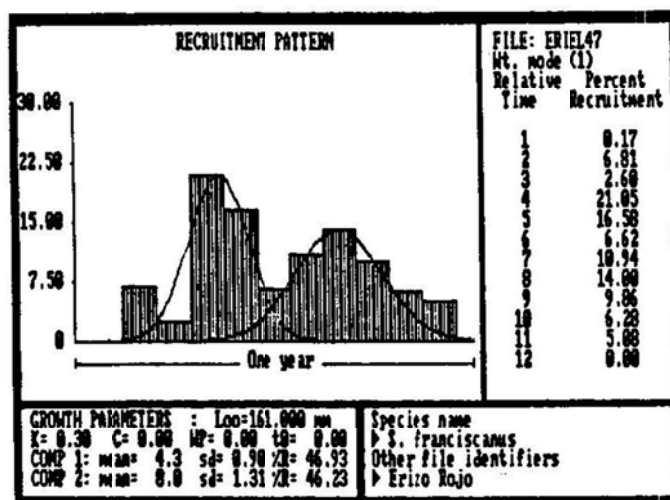


FIGURA 11. PATRON DE RECLUTAMIENTO DE ERIZO ROJO. CAP. COMERCIAL 1984-1987. ELEFAN.

DISCUSION

La pesquería de erizo de mar en Baja California cuenta con una vida de veinte años, considerada como una de las pesquerías más importantes del estado, sin embargo, requiere de un manejo adecuado de administración, con el objeto de que este recurso se mantenga en los niveles que permitan su explotación racional.

En 1987 se instrumentaron las primeras medidas de regulación de la pesquería, siendo las principales la talla mínima de captura de 80 mm. de diámetro de caparazón y una época de veda (Palleiro y Lelevier, 1986).

La situación actual de la pesquería es que existe una fuerte presión de pesca sobre el recurso, por el alto número de equipos de extracción desde 1987, trayendo como consecuencia una baja notable en el rendimiento por equipo (figura 5).

Utilizando como unidad de esfuerzo la marea o día trabajado, se observa una disminución en la última temporada de pesca de 70 kilos de erizo entero por marea, en base a los promedios anuales de las tres últimas temporadas.

En cuanto a las capturas por zona, las más importantes en las últimas cuatro temporadas han sido la Zona IV (figura 7) aportando más del 50 % de la captura total del estado, además es la que ha mantenido la C P U E más alta, le sigue en importancia la Zona II en lo referente a captura y C P U E, siendo la única Zona que a diferencia de las otras ha podido aumentar en las últimas tres temporadas su C P U E (figura 8).

En los muestreos de captura comercial en las plantas se ha observado una disminución en las tallas de captura, en relación a la tallas promedio encontradas, así como el análisis de la talla media de captura que para los muestreos de 1984 fue de 90 milímetros (Lelevier y Palleiro, 1987) y en los muestreos de 1984 a 1987 fue de 75.72 milímetros de diámetro de caparazón.

Es muy importante que los permisionarios respeten la talla mínima de captura de erizo, para no reducir la capacidad de recuperación de la población, al capturar organismos que no se han reproducido. En 1989 el estado de California estableció una talla mínima de captura de erizo rojo *S. franciscanus* de 76 mm. y en 1990 aumento la talla mínima a 90 mm. para la porción norte de California, E U A (Calcofi Report, 1991).

Es conveniente hacer notar que algunos permisionarios principalmente los del sector social se han preocupado por cuidar este recurso adoptando medidas de administración internas como cuotas de captura por marea, trasplantes de erizo de áreas de poco alimento a lugares con abundancia de algas, principalmente de *Macrocystis* (trabajos asesorados por el CRIP Ensenada).

A manera de conclusión se puede expresar que la pesca del erizo en Baja California requiere de un esfuerzo compartido entre productores y autoridades pesqueras, para que se explote racionalmente este recurso y continúe siendo una de las principales pesquerías del estado en el contexto social y económico.

LITERATURA CITADA

- CALIFORNIA DEPT. OF FISH AND GAME. 1991. Review of some Cal. Fisheries for 1990. Calcofi Report, Vol. 32.
- LELEVIER A.L. y J.S. PALLEIRO. 1987. Evaluación preliminar del stock de erizo rojo *S. franciscanus* en Baja California. Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B.C.S. 139-146 pp.
- MALAGRINO, L.G. 1972. Extracción y preservación de las gónadas de erizo de mar. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C.
- PALLEIRO J.S. y A.L. LELEVIER. 1986. Análisis y medidas de Regulación de la Pesquería de erizo rojo *S. franciscanus* en Baja California. Documento Interno. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca.
- PALLEIRO J.S., A.L. LELEVIER, M. NAVARRETE y J.M. ROMERO. 1988. Biología del erizo rojo *S. franciscanus* y su pesquería en B.C. Los Recursos Pesqueros del País. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca.

RECRUITMENT OF THE SPINY LOBSTER *Panulirus cygnus* IN WESTERN AUSTRALIA AND THE IMPLICATIONS FOR MANAGEMENT OF SPINY LOBSTER RESOURCES

B. F. Phillips *

ABSTRACT

The phyllosoma larval stages of the western rock lobster spend almost a year drifting in the south-eastern Indian Ocean, before metamorphosing to the puerulus stage which swims across the shelf and settles in the coastal reefs is highly correlated with environmental factors, specifically the flow of the Leeuwin Current, which is in turn closely linked with EL Niño/Southern Oscillation (ENSO) events. Settlement over the geographical range of the fishery follows a similar seasonal pattern at all sites although the southern sites receive lower levels of settlement. Similar forces are affecting puerulus settlement along the whole coast. The juveniles remain for three to five years in the coastal reefs before recruiting to the fishery. Although density-dependent processes play a part during the juvenile phase, the level of recruitment to the fishery is principally determined by the level of settlement of the puerulus. The level of puerulus settlement can be used to predict future catches up to four years in advance. The implications for these data for management of the spiny lobster resources of Baja California are be discussed.

RESUMEN

Los estados de larva phyllosoma de la langosta de roca del oeste pasan casi un año a la deriva en el sureste del Océano Índico, antes de cambiar al estado puerulus, el cual nada a través de la plataforma continental y se asienta en áreas someras cerca de la costa. El nivel de asentamiento de puerulus en los arrecifes costeros, está altamente relacionado con los factores ambientales, específicamente con el flujo de la Corriente de Leewin, la cual a su vez está estrechamente ligada con los eventos del Niño/ Oscilación Sureste (ENSO).

El asentamiento en toda el área geográfica de la pesquería sigue un patrón estacional similar en todas las localidades aunque los sitios del sur reciben niveles más bajos de asentamiento. Se considera que son fuerzas similares las que afectan el asentamiento a lo largo de toda la costa.

Los juveniles permanecen de tres a cinco años en los arrecifes costeros antes de reclutarse a la pesquería. Aunque los procesos denso dependientes juegan su parte durante la fase juvenil, el nivel de reclutamiento a la pesquería está determinado principalmente por el nivel de asentamiento de las puerulus. El nivel de asentamiento de puerulus puede ser usado para predecir cuatro años antes las capturas futuras.

Se discuten las implicaciones de estos datos para el manejo de los recursos langosteros de Baja California.

INTRODUCTION

There are two distinct aspects of interest in recruitment to the western rock lobster fishery in Western Australia. First, there is a link between the level of puerulus settlement and interannual variability in the flow of the Leeuwin Current, the anomalous poleward boundary current in the southeastern Indian Ocean (Pearce and Phillips 1988). However, the physical mechanism(s) responsible for the fluctuating levels of puerulus settlement are as yet unknown and only about half the variation has been explained in terms of environmental factors. Second, the prediction of recruitment to the fishery is based on the demonstration that the commercial catch off Western

* CSIRO División of Fisheries North Beach WA.

Australian in any year is highly correlated with the level of larval settlement four years previously (Morgan *et al.* 1982, Phillips 1986).

Oceanic cycle

The life cycle of *P. cygnus* includes a 9-11 month period in the southeast Indian Ocean. The phyllosoma larvae hatch in summer from females present on the outer edge of the continental shelf. They are transported out into the ocean where they remain during autumn and winter (Phillips 1981).

By late winter and early spring, the late stage phyllosoma have been transported back to near the edge of the continental shelf of Western Australia. The last phyllosoma stage metamorphoses to the puerulus stage, which completes the oceanic cycle by swimming across the continental shelf and settling in the shallow limestone reef areas along the coast (Phillips *et al.* 1979 Phillips 1981).

The annual peak settlement of pueruli occurs between September and January (Phillips 1972, Phillips *et al.* 1979).

The Leeuwin Current

From autumn to spring, the Leeuwin Current (Fig. 1) forms a band of warm water sweeping southwards down the West Australian continental margin, around Cape Leeuwin and into the Great Australian Bight (Prata *et al.* 1986). In summer, by contrast, the flow is apparently much weaker but there is still a southwards-flowing stream during the summer months, so that there is a net southwards flow through the period of puerulus settlement between August and February.

The Leeuwin Current comprises a series of meanders and eddies which can extend over 200 km into the Indian Ocean. Onshore currents associated with these meanders could transport phyllosoma towards the shelf, where the transformation to puerulus presumably occurs and settlement in the coastal reefs follows (Pearce & Phillips, in press). Such oceanic features are often strong in winter and early spring (at the start of the settlement period). Apart from these offshore features, the inshore boundary of the Current sometimes washes onto the shelf and brings warm Leeuwin Current water inshore.

Spatial and temporal settlement of puerulus

Phillips (1986) recorded fluctuations in the annual index of pueruli settlement at Seven Mile Beach ranging from 15.9 to 182.8 over a 14 year period, and up to 1990/91 the upper level had reached 205.2 (Phillips, unpublished data).

Settlement along the coast of Western Australia over the range of the fishery follows a similar seasonal pattern at all sites and there is a close correlation between adjacent sites, although the southern sites receive lower levels of settlement than further north (Phillips *et al.* 1991). Phillips and Hall (1978) showed that the levels of catches from collectors at each site provide an index of the relative strength of pueruli settlement along the coast.

Recruitment to the fishery

The juveniles remain for three to five years in the coastal reefs before recruiting to the fishery. Studies in nursery reefs in the 1970's had indicated that density-dependent effects on growth and survival, probably primarily shortage of food or shelter, limited recruitment to the fishable stock. These conclusions concerning the strong effect of density-dependent mortality on juveniles in the nursery reefs were unchallenged until a high level of larval settlement in 1974/75 was subsequently reflected in a high commercial catch in 1978/79, and the even higher level of settlement in 1978/79 gave another high catch in 1982/83.

The methods of estimating larval settlement, juvenile densities, age structure and mortality were re-examined. The data on the levels of larval settlement and subsequent catches suggest that although density-dependent processes probably have an effect, the level of recruitment to the fishery is principally determined by the level of settlement of the puerulus stage (Phillips 1990).

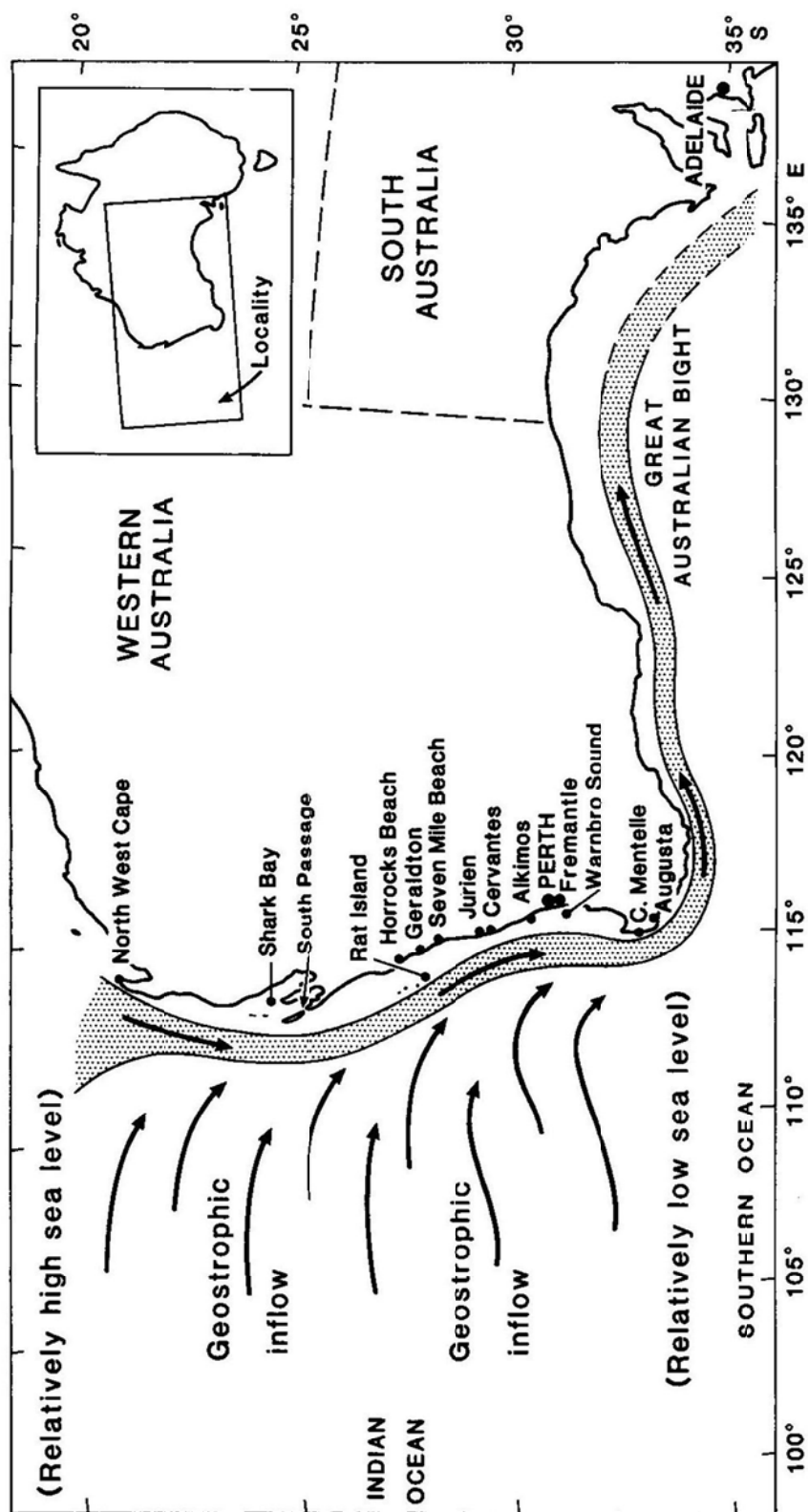


FIGURE 1. MAP OF WESTERN AUSTRALIA SHOWING THE PLACES REFERRED TO IN THE TEXT AND A DIAGRAMMATIC REPRESENTATION OF THE CIRCULATION OFF WESTERN AUSTRALIA. THE LEEUWIN CURRENT IS SHADED.

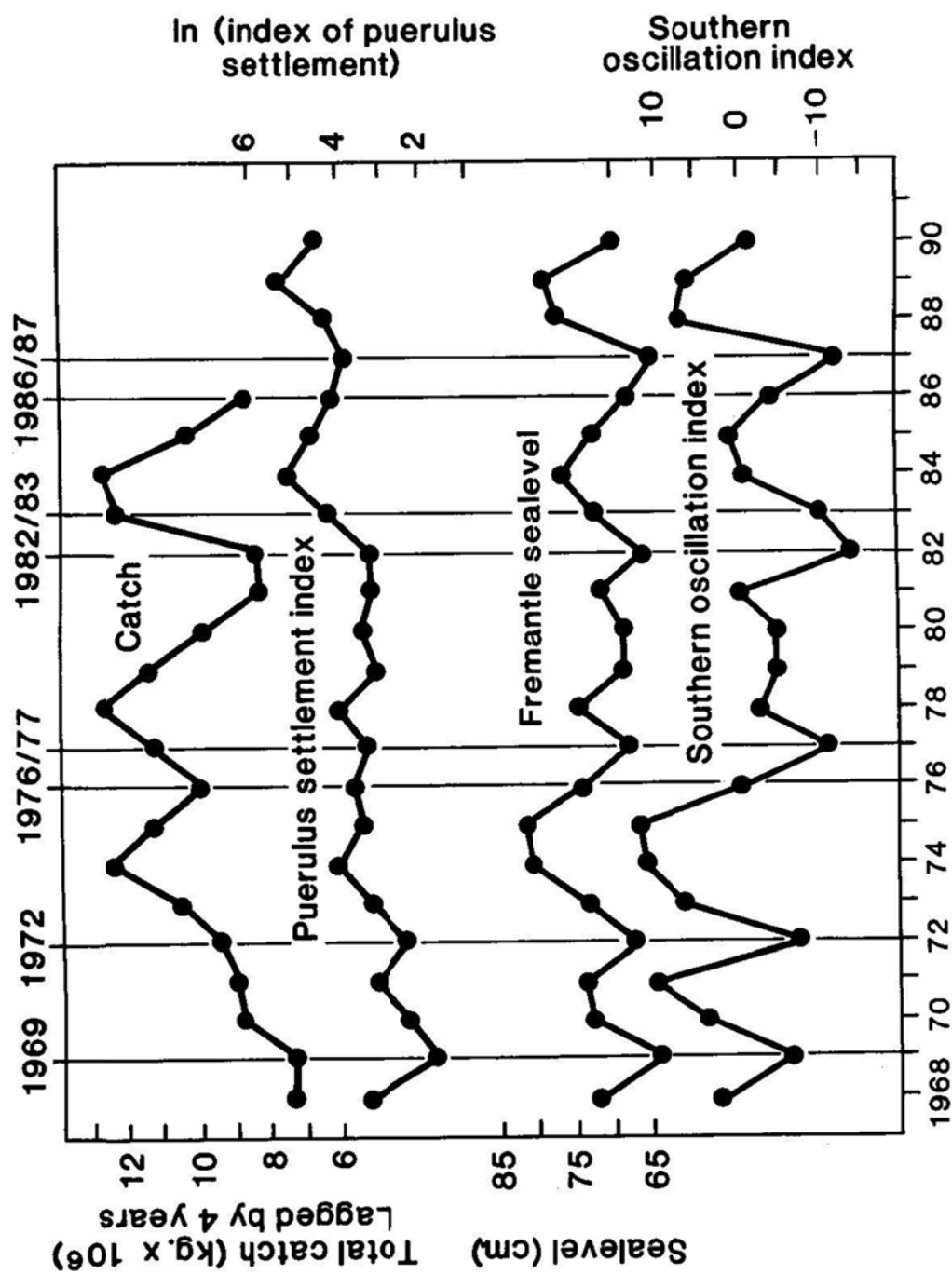


FIGURE 2. ANNUAL MEAN DATA FOR THE SOUTHERN OSCILLATION INDEX, FREMANTLE SEA LEVEL, THE INDEX OF *Panulirus cygnus* PUERULUS SETTLEMENT AT SEVEN MILE BEACH, DONGARA IN WESTERN AUSTRALIA, AND THE TOTAL CATCH OF THE FISHERY. ENSO YEARS ARE INDICATED.

Because of this relationship between the level of puerulus settlement and recruitment to the fishery, the level of puerulus settlement can be used to predict future catches, up to four years in advance (Phillips 1986). Juvenile densities (from on-board monitoring of commercial fishermen's catches by the W. A. Fisheries Department) are now also being used as an added component in the prediction process leading to more accurate prediction, one year in advance (Caputi *et al.* 1988). Phillips and Pearce (1991) have also demonstrated a correlation between sealevel and the total catch of *P. cygnus* which can be used in the absence of puerulus data, but with lower accuracy.

Correlation between environmental events, the levels of pueruli settlement and catch

Analysis of the annual settlement index and environmental variables indicates a significant correlation between the coastal sealevel at Fremantle and the puerulus settlement index. Coastal sealevel, in turn is closely related to the Southern Oscillation Index (SOI) and hence the ENSO events. Pearce and Phillips (1988) and Phillips and Pearce (1991) interpret this in terms of fluctuations in the strength of the Leeuwin Current in phase with the Southern Oscillation. During 'normal' (or non-ENSO) years, coastal sealevel is relatively high and the Leeuwin Current is correspondingly strong, the settlement index is also relatively high. In contrast, during ENSO years sealevel is lower, the Leeuwin Current is weaker, and settlement is low.

There are strong cross correlations of puerulus settlement at all sites over the range of the fishery with the Southern Oscillation Index, (SOI), sea level, sea surface temperature and salinity, indicating that similar forces are affecting settlement along the whole coast (Phillips *et al.* 1991).

In Fig. 2 are summarised the relationships between ENSO events, SOI, Fremantle sealevel, puerulus settlement at Seven Mile Beach and the total catch of the fishery, demonstrated by Pearce and Phillips (1988) and updated to the present time.

Mechanisms bringing about puerulus settlement

Although Pearce and Phillips (1988) demonstrated that there is a clear link between sealevel (and by inference the Leeuwin Current) and larval recruitment, the mechanisms which act on the larval or puerulus stage to bring this about are as yet unknown. This is partly because of a lack of information about the site of transformation to, and the behaviour of, the pueruli as well, as the oceanic environment.

Pearce & Phillips (1988) suggested that a strong meander off Geraldton in October 1984 may have contributed to the record settlement at Seven Mile Beach that month. In addition, settlement may be aided or hindered by variations in the currents or water temperature along the inshore boundary of the Current. Some years of low settlement at Cape Mentelle (Phillips *et al.* 1991) may have been associated with the Leeuwin Current being further offshore than when settlement was higher, and conversely years of higher settlement may be associated with the occasions when the Current washed onto the shelf.

Implications for management of spiny lobster resources

It is clear that unless there are grounds for believing otherwise, it is highly likely that the principal factor controlling recruitment to the spiny lobster resources, including the Baja fishery for *Panulirus interruptus*, is likely to be the level of puerulus settlement.

No measures of the levels of puerulus settlement along the Baja coast are currently available. However, analysis of catch data for the fishery and sea surface temperature suggest a strong correlation of oceanic events with catch (Phillips, unpubl. data).

REFERENCES

- CAPUTI, N., BROWN, R. S. and PHILLIPS, B. F. 1988. Forecasting rock lobster catches: check and double check. *FINS* 21 (2): 13-22.
- MORGAN, G. R., PHILLIPS, B. F. and JOLL, L. M. 1982. Stock and recruitment relationships in *Panulirus cygnus*, the commercial rock (spiny) lobster of Western Australia. *Fishery Bulletin* 80: 475-486.

- PEARCE, A. F. and PHILLIPS, B. F. 1988. ENSO events, the Leeuwin Current, and larval recruitment of the western rock lobster. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 45: 13-21.
- PEARCE, A. F. and PHILLIPS, B. F. Oceanic processes, puerulus settlement and recruitment of the western rock lobster *Panulirus cygnus* Proceeding Boden Conference, Thredbo N.S.W., Feb. 5-7, 1989 (in press).
- PHILLIPS, B. F. 1972. A semi-quantative collector of the puerulus larvae of the western rock lobster *Panulirus longpipes cygnus* George (Decapoda, Palinuridae). *Crustaceana* 22: 147-154.
- PHILLIPS, B. F. 1981. The circulation of the southeastern Indian Ocean and the planktonic life of the western rock lobster. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 19: 11-39.
- PHILLIPS, B. F. 1986. Prediction of commercial catches of the Western Rock Lobster *Panulirus cygnus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43 (11): 2126-2130.
- PHILLIPS, B. F. 1990. Estimating the density and mortality of juvenile western rock lobsters *Panulirus cygnus* in nursery reefs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47 (7): 1330-1338.
- PHILLIPS, B. P., BROWN, P. A., RIMMER, D. W. and REID D. 1979. Distribution and dispersal of the phyllosoma larvae of the western rock lobsters *Panulirus cygnus* in the South-eastern Indian Ocean. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 30: 773-783.
- PHILLIPS, B. P. and HALL, N. G. 1978. Catches of puerulus larvae on collectors as a measure of natural settlement of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. CSIRO Division of Fisheries and Oceanography, Report 89: 1-18.
- PHILLIPS, B. F. and PEARCE, A. F. 1991. Inter-annual variability in ocean circulation and rock lobster recruitment in the south-eastern Indian Ocean. *Proceedings of the Symposium on the Long-term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment*. Tohoku University, Sendai, Japan, November 1989, Pergamon Press p. 339-345.
- PHILLIPS, B. F., PEARCE A. F. and LITCHFIELD R. T. 1991. The Leeuwin Current and larval recruitment to the rock (spiny) lobster fishery off Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 74: / 93-100.
- PRATA, A. J., PEARCE A. F., WELLS, J. B. and CARRIER J. M. 1986. Satellite sea surface temperature measurements of the Leeuwin Current. *Proceeding 1st Australian AVHRR Conference Perth, October 1986*: 237-247.

ANALISIS DE 10 TEMPORADAS DE PESCA DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus* EN BAJA CALIFORNIA

José Guadalupe González Avilés *
Arturo L. Lelevier Grijalva *

RESUMEN

Se describe el comportamiento de las estadísticas de captura y esfuerzo de 1979 a 1989 en cuatro zonas del estado de Baja California.

La primera zona se ubica en la parte media de la entidad y presenta un patrón de fluctuación oscilante. En la segunda se observa una tendencia a la disminución de las capturas, esfuerzo y CPUE. En la tercera y cuarta ubicadas al sur del estado se presenta un comportamiento a la disminución y de mantenimiento de las curvas de producción, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo.

En la cuarta zona se presentan las estructuras de tallas del registro realizados en los caladeros directamente, esta zona es la de mayor abundancia y producción. Se discute la unidad de medida del CPUE en esta pesquería.

ABSTRACT

Catch and fishing effort statistics on *Panulirus interruptus* from 1979 to 1989 in four zones of Baja California are described.

The first zone located in the middle of Baja California shows an oscillation pattern. The second, third and fourth one zones show declining trends in CPUE, catch and fishing effort.

For the last one size composition of a population from the fishing grounds are presented, this is the most productive area. CPUE index for this fishery is discussed.

INTRODUCCION

La producción global registrada de langosta roja en el transcurso del tiempo ha presentado un patrón de fluctuación oscilatorio.

En la figura 1, se aprecia la producción global de langosta roja a partir de la información del proyecto Langosta del INP en Ensenada.

En esta curva se agregó la información de los arribos de producción registrados por la oficina de caza y pesca de California EE UU de la langosta roja mexicana a partir de los años veinte, Wilson (1949).

La fluctuación observada de producción posiblemente se ha regido a los cambios de la oferta y demanda de la langosta roja, puesto que durante el periodo de 1918 a 1956 el recurso se encontraba subexplotado a la potencialidad de abundancia en ese periodo. A fines de los años cincuenta las capturas tienden a incrementarse, y a inicio de los sesenta las capturas superaban ya las 1000 toneladas métricas, siendo el periodo de 1957 a 1989 el de mayor producción; en la temporada de pesca 1979-1980 se registra una captura de más de 1500 toneladas. La fluctuación de la curva de la captura se presenta entre 1200 y 1010 toneladas.

En el presente trabajo se analizan 10 años de información de capturas y esfuerzo para cuatro Cooperativas localizadas en la zona norte de la Península de Baja California durante el periodo comprendido entre 1979 a 1989.

La ubicación de las cuatro zonas en el estado de Baja California corresponde, de norte a sur, primero la Cooperativa, Ensenada (A), luego a la Cooperativa, Abuloneros y Langosteros la cual se ubica en Isla Guadalupe (B), posteriormente la Cooperativa, Rafael Ortega Cruz (C) y finalmente la Cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón localizada en las Islas de Cedros y Benitos (D), Figura 2.

* Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Ensenada. B.C.

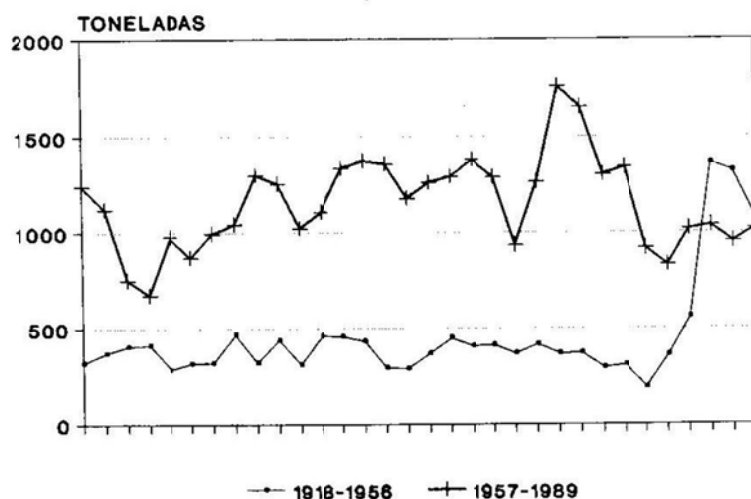


FIGURA 1. PRODUCCION DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus* EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

FUENTE: Wilson (1948), Chapa (1964) INP (CRIP Ensenada, Proy. Langosta).

MATERIAL Y METODOS

La estadística que el Instituto Nacional de la Pesca ha recabado proviene directamente de los registros de producción de las Cooperativas, así como de las encuestas que los técnicos del proyecto realizan en las zonas de captura y de procesamiento del recurso.

Se determinó el número de equipos langosteros (lanchas), así como el número promedio de trampas por equipo; tanto a inicio como a mediados y a fines de la temporada de captura. La captura por unidad de esfuerzo se determinó conociendo el número de trampas por los días de captura, obteniéndose la captura/ trampa/ día. Se excluyeron los días de mal tiempo, de grandes resacas para determinar los días efectivos de pesca. Como unidad de esfuerzo se consideró el equipo langostero o panga. El equipo langostero consiste de una panga de fibra de vidrio de aproximadamente 18 pies de eslora con motor fuera de borda con trampas de alambre galvanizado, construidas por los pescadores.

Para la obtención de la estructura de tallas, mensualmente se midieron los organismos directamente en los caladeros langosteros todos los organismos capturados en las trampas, la medición del cefalotórax se hizo al milímetro con el auxilio del vernier. También se registró el sexo, coloración y condición de madurez sexual.

Con la información de la estructura por tallas se realizaron ensayos con el programa ELEFAN propuesto por Pauly(1988) para estimar los valores de los parámetros poblacionales de crecimiento, K y L_∞, y de mortalidad total. Estos se usaron en el modelo de rendimiento por recluta de donde se estima la tasa máxima de explotación y la tasa óptima. Para tal propósito se usaron los muestreos mensuales desde septiembre 1989 hasta diciembre 1990, del área de Isla de Cedros y Benitos.

RESULTADOS

La captura y la captura por unidad de esfuerzo se comporta de forma fluctuante en la primera zona. En la segunda y tercera zona se observan drásticos cambios en las curvas de captura y esto se refleja en la CPUE. En la última zona presentan las curvas de captura y de CPUE la tendencia oscilatoria fluctuante y de mantenerse en nivel. Figura 3.

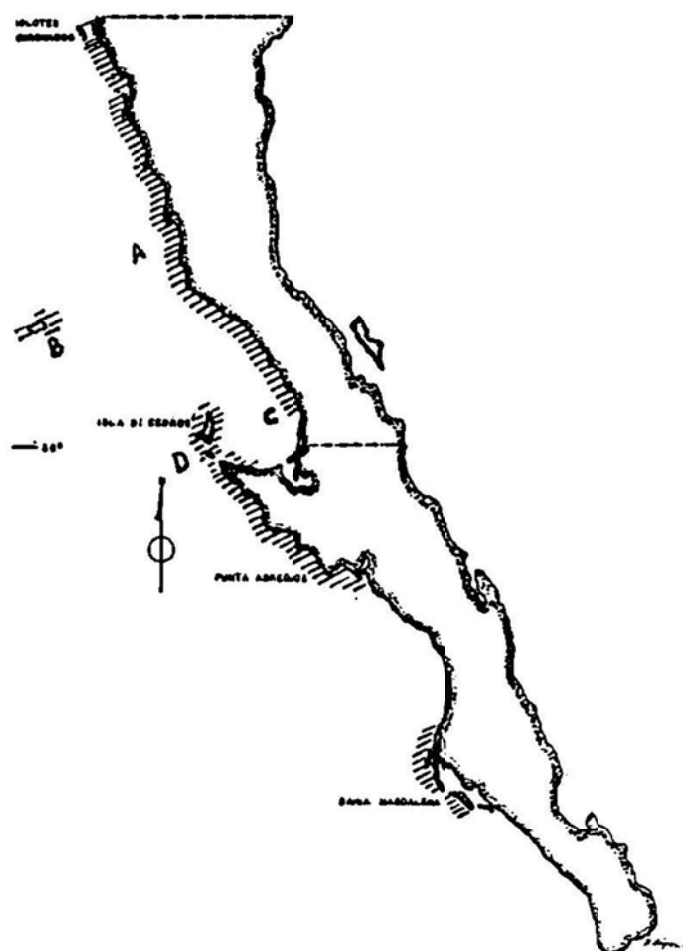


FIGURA 2. PRINCIPALES ZONAS DE CAPTURA DE LANGOSTA ROJA EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

La estructura de tallas se presentan por sexo y totales, señalándose para cada distribución el punto donde se reclutan a la pesquería, punto en el cual los organismos alcanzan 82.5 mm. de longitud de cefalotórax. Se aprecia en todas las distribuciones mensuales el comportamiento de una mayor concentración de organismos jóvenes respecto a los adultos o de tallas mayores. Figuras 4, 5, 6 y 7.

Las pruebas realizadas con el ELEFAN determinaron en forma preliminar los parámetros $L_{\infty} = 167$ mm. de longitud cefalotórax con valor $K = 0.41$ y un valor de mortalidad natural de $M = 0.796$. La razón $M/K = 1.94$ y una talla media de primera captura de $L_c = 74.5$ mm., de donde se determina la razón L_c/L_{∞} con un valor de 0.44; la cual incluye todas las tallas capturadas en las trampas, menores y mayores de la talla mínima de captura (82.5 mm.).

En la relación de rendimiento y biomasa relativa por recluta por reclutamiento se estima una tasa máxima de explotación $E_{max} = 0.691$, con E_{max} al 10% de 0.604 y de E_{max} al 50% de 0.303. Donde el rendimiento máximo sostenible RMS se encuentra ubicado ligeramente por abajo de la tasa de máxima explotación. Figura 8.

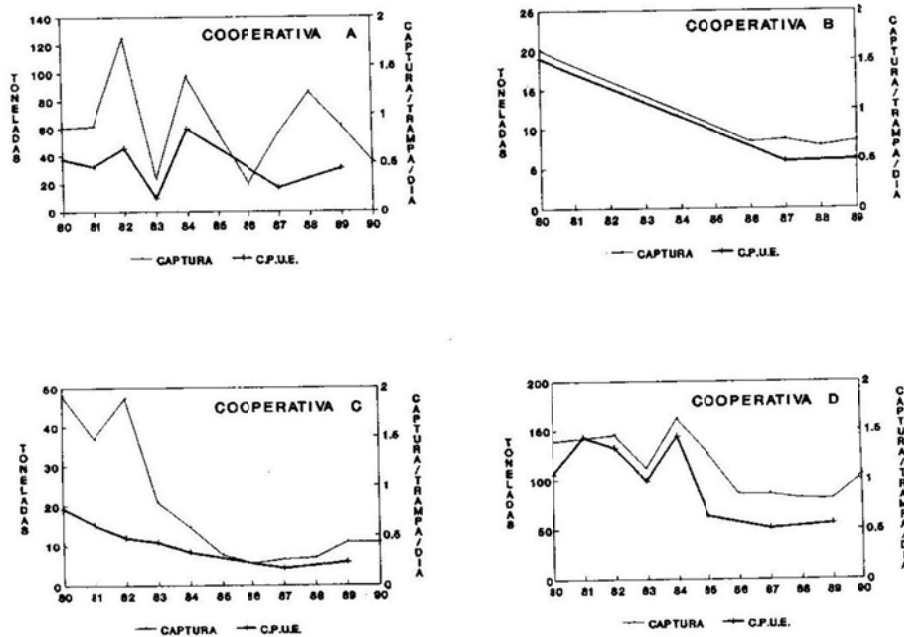


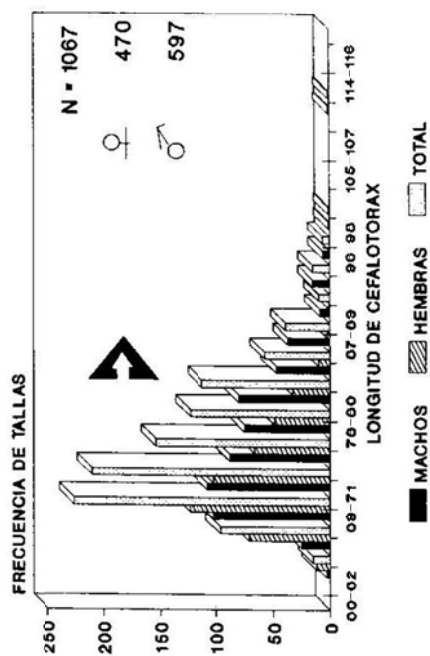
FIGURA 3. CAPTURA Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE LANGOSTA ROJA, DE LAS CUATRO COOPERATIVAS LANGOSTERAS EN BAJA CALIFORNIA.

DISCUSION

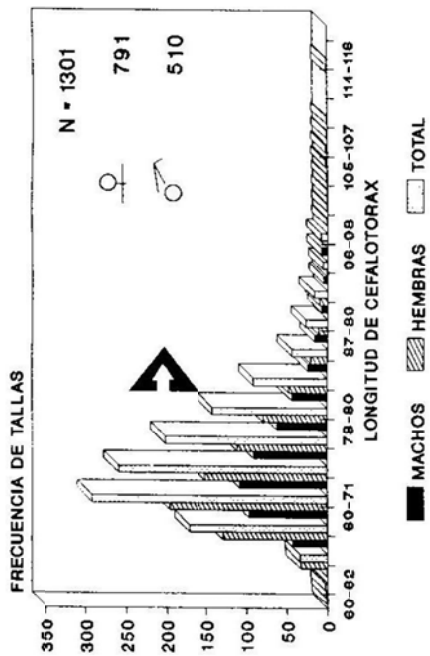
La fluctuación en la curva histórica de la captura de langosta roja *Panulirus interruptus* nos presenta cómo esta pesquería a pesar de la gran explotación a que ha sido sometido este recurso se mantiene en cierto nivel de equilibrio, sobre todo en las zonas donde existe un control sobre las medidas administrativas pesqueras para la regulación del recurso. Podríamos pensar que estas altas y bajas en las capturas son causadas por los cambios oceanográficos del medio, siendo probablemente el parámetro de mayor influencia la temperatura. Además de que las condiciones ambientales favorecen el adecuado desarrollo de esta pesquería, condiciones tales como la presencia del sistema surgencias a lo largo de la costa occidental de la península así como la acción de la corriente California la cual favorece la deriva larvaria y su dispersión en el litoral de Baja California. Chekunova (1972) señala las altas concentraciones comerciales de langosta asociadas a un sistema de circulación de corrientes en formas cíclicas con presencia de surgencias. También habría que considerar que las fluctuaciones pueden ser ocasionadas por la acción de otros factores como lo son el comportamiento del mercado en la oferta y la demanda. Ya que uno de nuestros principales importadores de langosta roja ha sido el mercado de EE.UU. y es quien ha regido la demanda.

La captura, el esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo están relacionados a la regulación administrativa pesquera que se realiza en las zonas de capturas. De las cuatro zonas analizadas dos presentan una tendencia negativa en sus curvas, siendo necesario en estas tener un mayor control sobre el esfuerzo pesquero que se aplica sobre los caladeros. En la primera zona es necesario también controlar el esfuerzo pesquero, no obstante que las capturas presentan una gran fluctuación de altas y bajas, las curvas de captura y la CPUE deben tender a equilibrarse e incrementarse. En la última zona analizada, las curvas presentan una tendencia a la disminución y a equilibrarse. En esta zona la captura por unidad de esfuerzo fue la de mayor valor de 0.6 kg. captura/trampa/día. Sin embargo, hay que mantener el esfuerzo (numero de lanchas) y controlar el numero de trampas por equipo langostero, puesto que el ensayo realizado con el programa del ELEFAN con la estructura de tallas en la relación

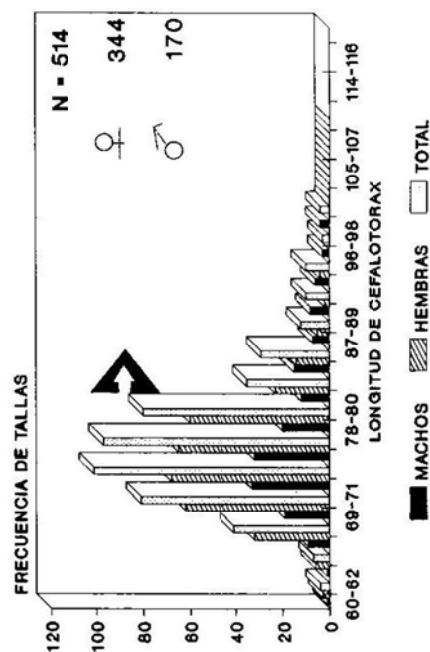
SEPTIEMBRE DE 1989



OCTUBRE DE 1989.



NOVIEMBRE DE 1989.



DICIEMBRE DE 1989

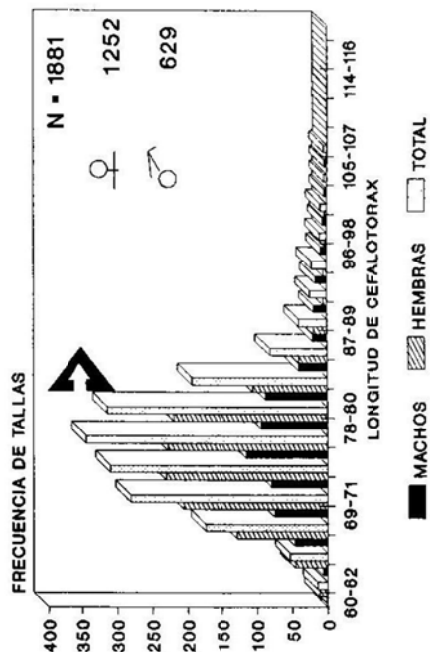
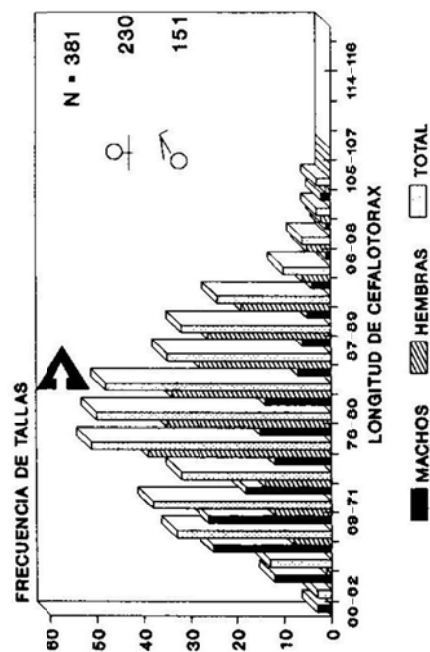
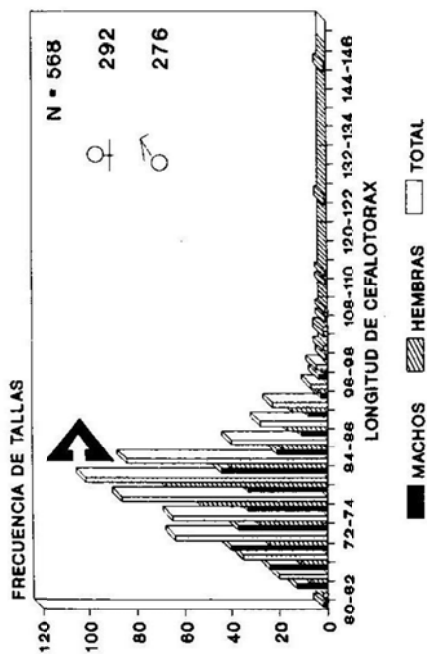


FIGURA 4. ESTRUCTURA DE TALLAS DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*.

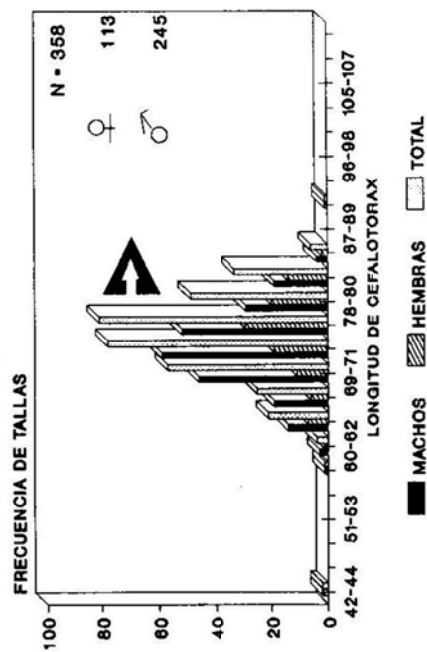
ENERO DE 1990.



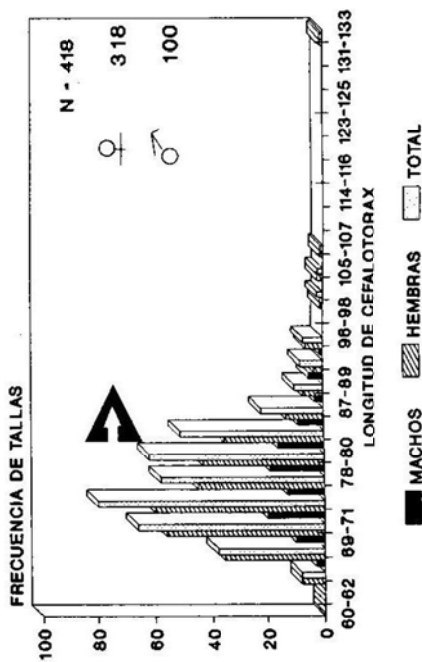
FEBRERO DE 1990.



MARZO DE 1990.



ABRIL DE 1990

FIGURA 5. ESTRUCTURA DE TALLAS DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*.

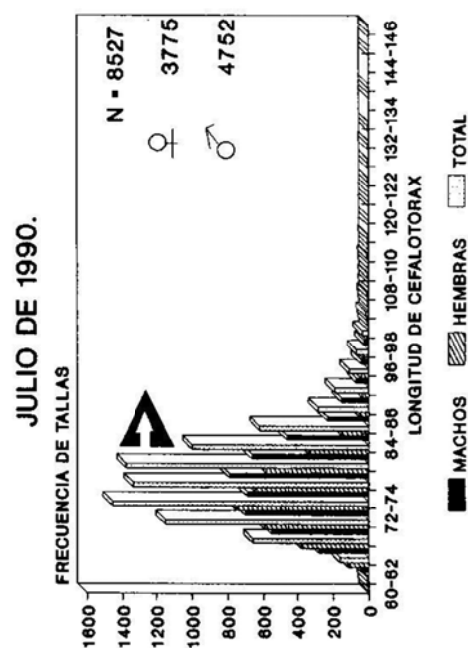
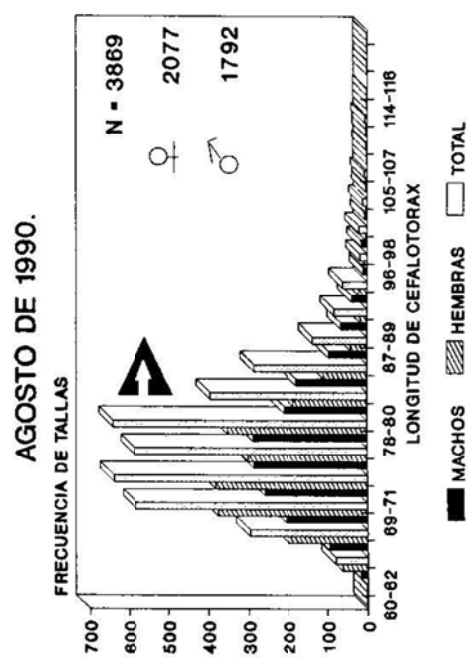
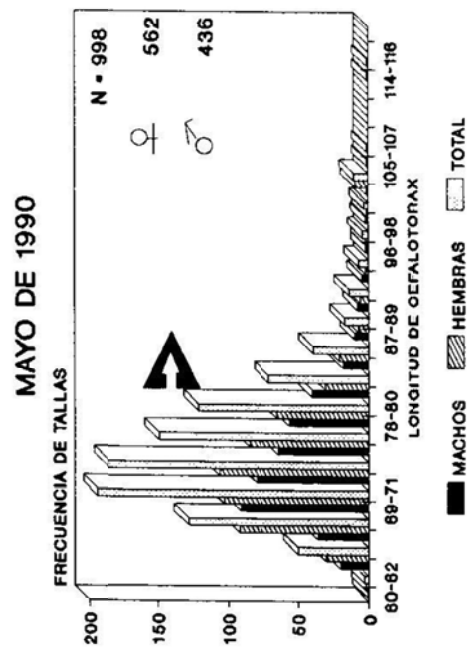
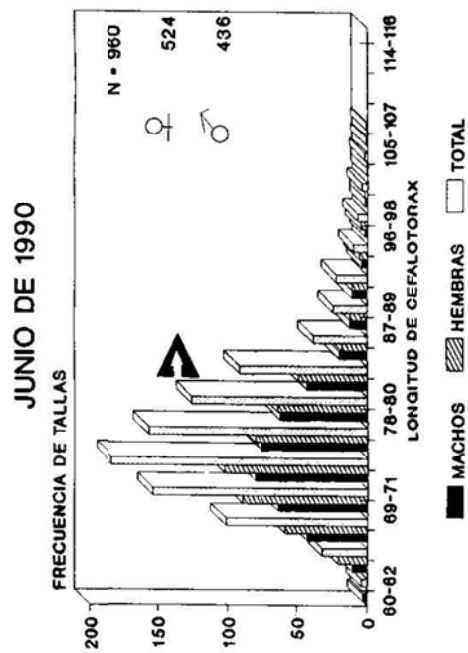


FIGURA 6. ESTRUCTURA DE TALLAS DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*.

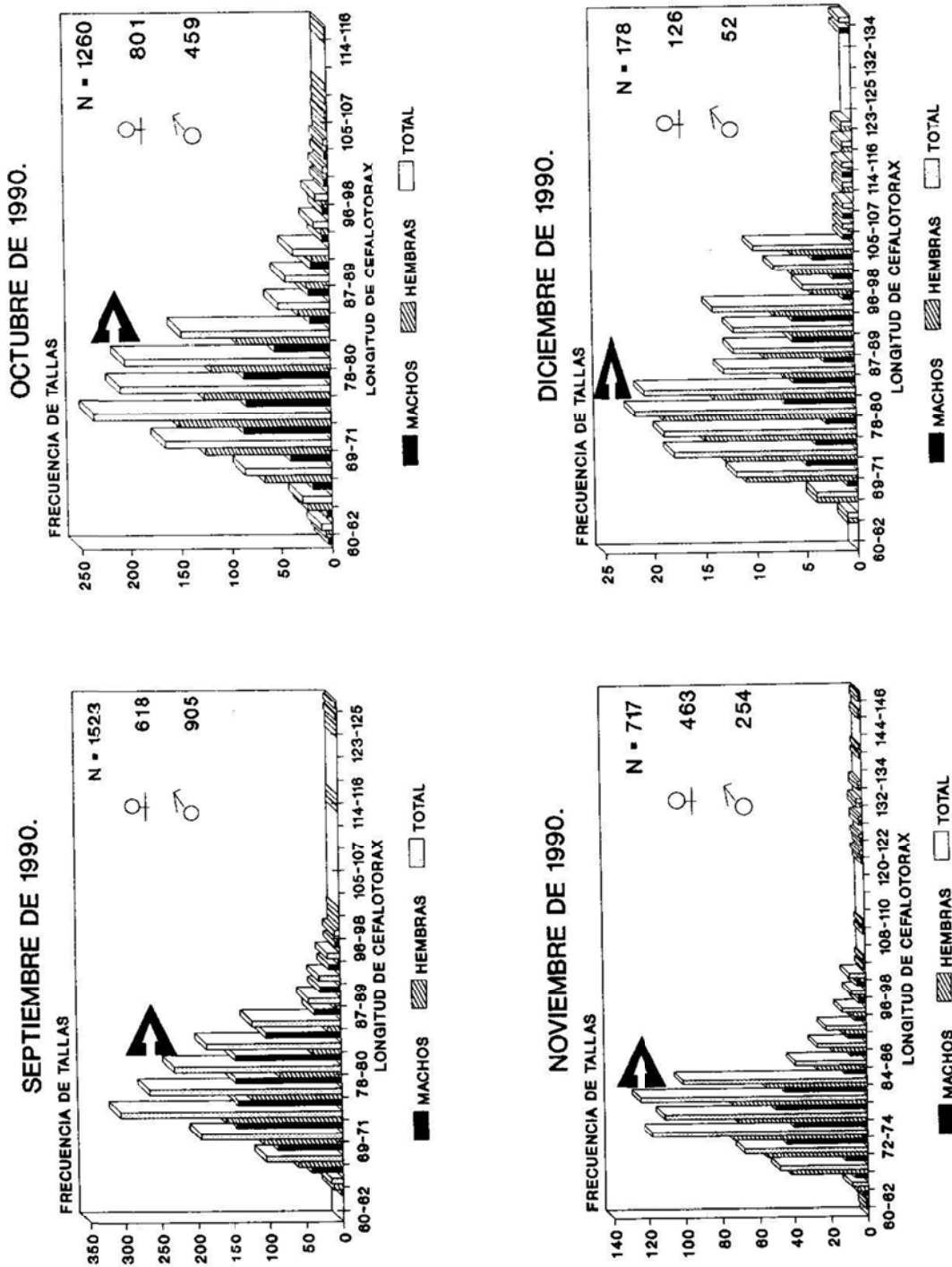
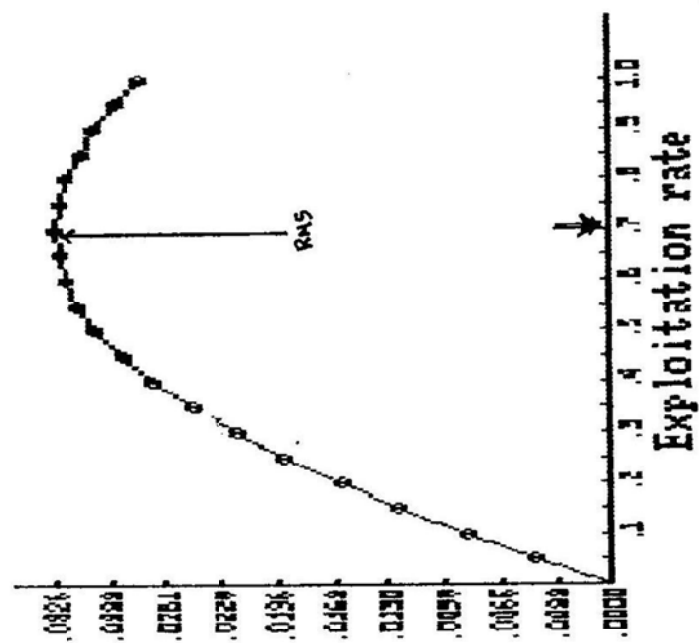
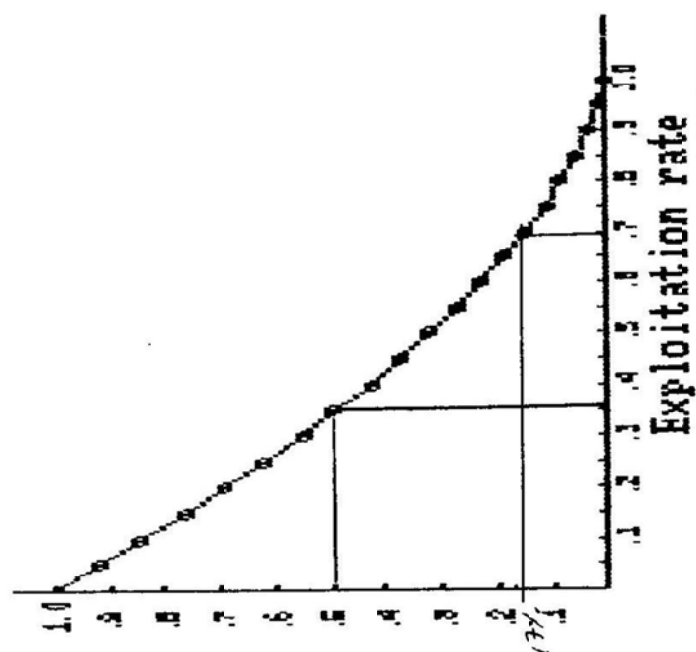


FIGURA 7. ESTRUCTURA DE TALLAS DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*.

REL. YIELD PER RECRUIT



REL. BIOMASS PER RECRUIT



Optima:
 $F_{max} = 0.6909$
 $F = 1 = 0.6038$
 $F = 1.5 = 0.3030$

$L_c/L_{\infty} = 0.44$
 $M/K = 1.94$

FIGURA 8. RENDIMIENTO POR RECLUTA EN LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*.

de rendimiento y biomasa relativa por recluta, el RMS, es ubicada cerca de la tasa de máxima explotación $E_{max}=0.6909$. Figura 8.

Los parámetros de crecimiento de Loo y K obtenidos en el ELEFAN fueron 167 y 0.41 respectivamente; comparándose con los obtenidos por los experimentos de marcado y recaptura que se realizaron en la zona encontrándose que no hay correspondencia en los valores de la constante K, puesto que los valores de Loo y K obtenidos con el método de marcado y recaptura fueron:

Loo	K	Zona
167	0.0003951	Isla de Cedros
170	0.0003977	El Rosario
174	0.0004001	Santa Rosalita

y es necesario realizar un análisis más profundo sobre estos parámetros obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

En primer término a los Compañeros del Proyecto Abulón/Langosta del CRIP Ensenada. De igual forma a las Cooperativas de Producción Pesquera de la región. También por el auxilio en el análisis y estructuración de la base de datos en computadora a la C. María de Jesús Ortiz R.

BIBLIOGRAFIA

- CHEKUNOVA, V.I. 1972. Geographical distribution of spiny lobster and ecological factors determining their commercial concentrations. Bonitet Mirovogo Okeana, Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khozyaistva i okeanografii (VNIRO). No.2, Vol.77. pp. 110-119.
- PAULY, D.. 1988. The complete ELEFAN. The ICLARM software project, ICLARM, MC. P.O. Box 1501, Makati, Philippines.
- WILSON, R. C. 1949. Spiny lobster in the commercial fish catch of California for the year 1947 with an historical review 1916-1947, by the bureau of Marine Fisheries Staff, Calif. Fish Game Fish Bull., (74):1-267.

REVISION DE LOS FACTORES QUE AFECTAN EL RECLUTAMIENTO DE RECURSOS BENTONICOS DE BAJA CALIFORNIA

S. de la Campa *
S.A. Guzmán del Prío *
J. Carrillo
J. Belmar-Pérez

RESUMEN

El reclutamiento es un proceso dentro de la historia de vida de los organismos que durante muchos años ha constituido el problema central a resolver en la dinámica de poblaciones de las especies sujetas a explotación pesquera. Parámetro difícil de establecer por su alta variabilidad y por lo complejo de los procesos que tienen lugar durante el mismo, ha quedado siempre como uno de los aspectos poco estudiados.

Partiendo del análisis del ciclo de vida de algunas especies bentónicas de la península de Baja California (abulón, langosta, sargazo y caracol), se revisa el nivel de conocimiento de cada uno de los estadios del ciclo y de los factores ambientales -bióticos y abióticos- que podrían afectarlo, detectando los vacíos de información existente que deberían ser abordados en futuras investigaciones, para lograr un verdadero manejo sostenido de estas especies.

Se presentan esquemas del ciclo de vida con información sintetizada en cada una de las etapas del desarrollo, de las especies consideradas.

ABSTRACT

Recruitment is a process of the species life history which has been for a long time, the corner stone for understanding the population dynamics of marine exploited species. Because of its high variability is a very difficult parameter to accurately estimate and due to the complex processes that affect it, has remained as less understood.

A critical revision was made, on the basis of the life cycle and the level of knowledge of each developmental stage, of abalone, lobster, giant kelp and wavy turbo snail from Baja California, identifying data needed for future research in order to improve the scientific basis for their sustainable resource management.

A diagram of the life cycle with synthesized information at each developmental stage is provided for the above mentioned species.

INTRODUCCION

De acuerdo con Ricker (1958), el reclutamiento en una población o stock, puede ser evaluado en cualquier estadio: huevo, larva, alevino, juvenil, etc., aunque para propósitos prácticos en pesquerías lo que más interesa es el número de reclutas que se incorporan al stock explotable. Considerando el cambio de hábitat y alimento de los organismos conforme crecen, cada grupo de edad varía en relación directa a sus depredadores y competidores.

El reclutamiento desde su definición clásica, referida como la incorporación de organismos maduros al área o al arte de pesca, ha devenido en un concepto más amplio que comprende según Fogarty y colaboradores (1991), el número de individuos que sobreviven en alguna edad o estadio arbitrariamente definido por el investigador. Los procesos de reclutamiento, por su parte, son los mecanismos bióticos y abióticos que afectan al reclutamiento, incluyendo la producción de huevos viables y los factores que afectan las tasas de sobrevivencia durante la fase de pre-reclutamiento.

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas- IPN, Lab. de Ecología. México D.F.

*Becarios COFAA

Todas estas definiciones se refieren a una fracción determinada de la población que se incorpora a un grupo de edad y a un espacio determinado. En el contexto de este Taller nos parece más conveniente utilizar las definiciones de Fogarty y cols. (1991), ya que los problemas más críticos que afectan al reclutamiento de los recursos bentónicos, se dan en los estadios larvarios y juveniles.

En los modelos de rendimiento que comúnmente se utilizan en biología pesquera para evaluar el tamaño de la población, en número o biomasa, se asumen generalmente situaciones de equilibrio y reclutamiento constante, supuestos que casi nunca se cumplen, especialmente con poblaciones sujetas a periodos prolongados de intensa explotación, como en el caso de algunas de las pesquerías bentónicas (*Haliotis* y *Panulirus*) que se tratan en este Taller.

Por otra parte, el reclutamiento suele estimarse a través de diversos indicadores tales como la edad o talla de reclutamiento, mediante análisis de cohortes (VPA), o bien por prospecciones directas, pero en la mayoría de los casos estamos frente a un fenómeno ecológico que es tratado como una caja negra, en la cual lo único que conocemos son las salidas del proceso, es decir la población de preadultos o adultos desovantes que se incorporan al stock maduro sujeto a explotación.

La incertidumbre o la poca precisión que se ha obtenido a través de los modelos de S/R ha estimulado en años recientes el interés por ir al fondo del problema y desarrollar nuevas investigaciones sobre biología y ecología de juveniles, y en un sentido más amplio, el estudio de las fases tempranas del ciclo vital, que permita lograr un entendimiento de los procesos clave que afectan el éxito de la sobrevivencia de postlarvas y juveniles, las cuales se reflejan, finalmente, en la abundancia y captura de los recursos pesqueros.

Con el propósito de iniciar el examen del problema de reclutamiento en los recursos bentónicos de Baja California, se presenta una revisión del nivel de conocimiento que se tiene de la biología y ecología de las principales especies bentónicas, partiendo de un análisis global de la historia de: *Panulirus interruptus*, *Haliotis* spp, *Macrocystis pyrifera* y *Astraea undosa*. La revisión identifica los vacíos de información existente y aquellos factores ambientales o parámetros que podrían desempeñar un papel clave para la sobrevivencia y abundancia de un estadio a otro. El objetivo final es encontrar un punto de partida para el análisis de los procesos de reclutamiento y de aquellos aspectos críticos de la biología o la ecología de cada especie, que deberían ser investigados en un futuro cercano.

METODOLOGIA

Partiendo del análisis de la literatura publicada para Baja California y sintetizando la información biológica existente para otras especies cercanas, se elaboraron para las cuatro especies mencionadas los diagramas que se presentan en las figuras 1, 2, 3 y 4. El criterio general fue partir del ciclo de vida como un proceso continuo, en el cual, aunque las etapas se repiten cíclicamente, los efectivos de la población en cada etapa están sujetos a una enorme variabilidad en el tiempo en número y calidad. Así pues el potencial reproductivo del stock adulto y los diferentes estadios de desarrollo, se retroalimentan permanentemente. Simultáneamente, los factores ambientales puntuales y los de gran escala interactúan a lo largo de todo el proceso, haciendo de la población y su ambiente un binomio inseparable (Nikolski, 1969). En los diagramas se resumen las fases fundamentales y los factores o procesos que la literatura cita como críticas para estas y otras especies del mismo género, los cuales tienen una marcada influencia en el éxito de la sobrevivencia de cada etapa.

RESULTADOS

Haliotis spp.

De los cuatro recursos considerados, existe una mayor información publicada sobre los haliótidos, pero fundamentalmente sobre la fase adulta (Doi y cols., 1977; Ortiz Quintanilla, 1966; Ortiz Quintanilla y León Carballo, 1988; Guzmán del Prío, 1974, 1975, en prensa; Guzmán del Prío y cols., 1973, 1989, en prensa; Lluch y cols., 1973; Sevilla, 1971). Los estadios larvales y juveniles en condiciones silvestres han recibido poca atención en nuestro país y se detecta un gran vacío de información de dichas fases. Problemas críticos para el reclutamiento como: deriva larval, asentamiento, depredadores, estudio del microhábitat, etc., permanecen ignorados para las especies mexicanas de *Haliotis*. En el terreno de su cultivo se desarrollan desde hace más de una década diversos intentos e investigaciones por parte del sector oficial, del cooperativo y de institutos del sector

Haliotis spp.

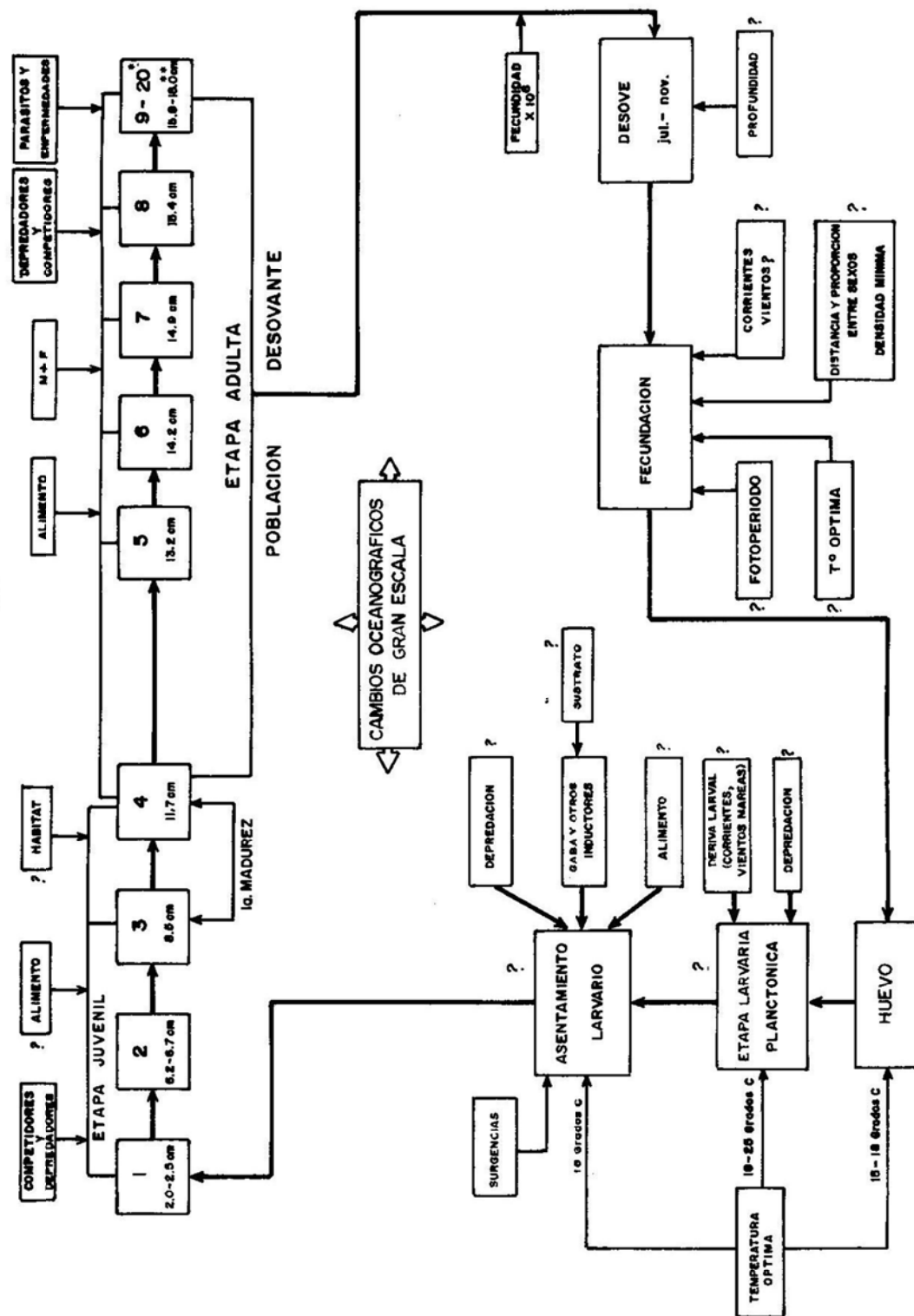


FIGURA 1. MODELO DEL CICLO DE VIDA DEL ABULON (*Haliotis spp.*) Y PRINCIPALES PROCESOS ECOLÓGICOS QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LOS EFECTIVOS DE LA POBLACION ADULTA. (* EDAD EN AÑOS, ** LONGITUD EN CM.).

académico. La información, sin embargo, resulta todavía escasa (Searcy y cols. 1988; Searcy, en prensa; Salas, en prensa) y aún subsisten problemas serios para producir semilla de abulón a gran escala.

El cultivo de abulón en países como Japón y E.U.A. ha tenido éxito y ha producido una gran cantidad de información sobre la biología y ecología de estados larvales y fases tempranas, pero siempre bajo condiciones controladas (Ebert, 1989; Ebert y Ebert, 1988; Garland y Cooke, 1985; Leighton, 1974; Li-Lian y cols., 1986, 1987a, 1987b; Morse y cols., 1979; Uki, 1989a, 1989b). Estos mismos estadios bajo condiciones silvestres requieren todavía ser investigados, para entender qué tipo de circunstancias bióticas y abióticas determinan en el interior de los bancos, desoves y asentamientos exitosos, así como una alta o baja sobrevivencia de juveniles y reclutas.

El aspecto de la deriva larval y su influencia en la recolonización de los bancos son temas críticos que han sido abordados en su momento por investigadores japoneses y californianos (Tegner, 1989). Sobre este mismo tema destacan los trabajos de Prince y cols. (1987, 1988) en Tasmania, los cuales constituyen un antecedente muy importante sobre la relación entre el stock parenteral y la existencia de reclutas en la vecindad inmediata de los adultos.

La figura 1 muestra los factores mas relevantes para cada estadio. En la fase adulta las condiciones de temperatura de largo plazo y su efecto sobre otros factores como disponibilidad de alimento podrían influir en las condiciones del stock adulto y su potencial reproductor (Lluch, 1989; Shepherd, 1990; Kawasaki, 1989). Los fenómenos oceanográficos de calentamiento o enfriamiento merecen ser investigados en series largas de tiempo asociados a cambios de fecundidad, cantidad, calidad de gametos y pulsos reproductivos. Así mismo, los efectos de la pesca bajo diferentes condiciones ambientales son aspectos que deberían ser determinados como el punto de inicio del proceso de retroalimentación y por consiguiente de reclutamiento al interior de los bancos.

Panulirus interruptus

En el caso de esta especie, nuestro conocimiento es todavía más escaso. El stock adulto y su paso por la pesquería, su distribución, composición, épocas reproductivas, fecundidad y aspectos relacionados con su pesca, forman el grueso de la información disponible hasta el momento (Ayala, 1976; Ayala y cols., 1976; Ayala, 1983; Ayala y cols., 1988; Davis, 1980; Gracia y Lozano, 1980; Lozano y cols., 1981, 1982; Pineda y Díaz de León, 1976, Pineda y cols., 1976, 1981; SEPESCA, 1987). En relación a los estadios larvales, salvo los trabajos clásicos de Johnson (1960) sobre la distribución y abundancia de larvas phyllosoma en el Pacífico subtropical, no existe información reciente. Menos aún sobre los estadios de puerulus y su reclutamiento a la costa, los cuales constituyen grandes vacíos de información que deben ser llenados lo más pronto posible. En este tipo de especies la experiencia que se tiene con los procesos de reclutamiento en la langosta australiana *Panulirus cygnus* (Phillips, 1989) pueden constituir uno de los mejores puntos de partida para iniciar investigaciones ecológicas sobre el reclutamiento de puerulus en *Panulirus interruptus* y *P. inflatus*. Las experiencias que se tienen también para la langosta del caribe mexicano *Panulirus argus* (Briones y cols., en prensa) pueden servir de base para experimentos semejantes en el pacífico de Baja California. A lo anterior debe agregarse los trabajos sobre reclutamiento de Lyons 1980, Menzies y Kerrigan 1980, Herrnkind y Butler 1988, que junto con los autores arriba mencionados han permitido integrar el diagrama de la figura 2.

Es evidente, cuando menos en el caso de *P. cygnus*, que existe una relación directa entre stock y reclutamiento y una correlación entre las condiciones de temperatura, nivel medio del mar, corrientes y fenómenos oceanográficos como el ENSO y las fluctuaciones del reclutamiento y del stock adulto (Phillips, 1989). Por lo tanto, investigaciones sobre estos aspectos y experimentos de monitoreo del reclutamiento a través de colectores artificiales deben ser líneas de acción inmediatas.

Astraea undosa

Tratándose de una especie de reciente incorporación a la pesca, el conocimiento de su dinámica poblacional es prácticamente nulo y por ende los aspectos relacionados con el reclutamiento. No obstante, investigaciones recientes permiten tener una primera aproximación al ciclo vital de esta especie y nuevamente en la fase adulta se cuenta con mayor información. Belmar-Pérez y cols., (en prensa) y De la Rosa Vélez y colaboradores., 1991 han aportado información que cubre aspectos sobre la biología reproductiva, edad y crecimiento, genética de poblaciones y una primera información sobre estadios larvales bajo condiciones de acuario (Silva-Loera y Guerrero Martínez, 1990).

Panulirus interruptus

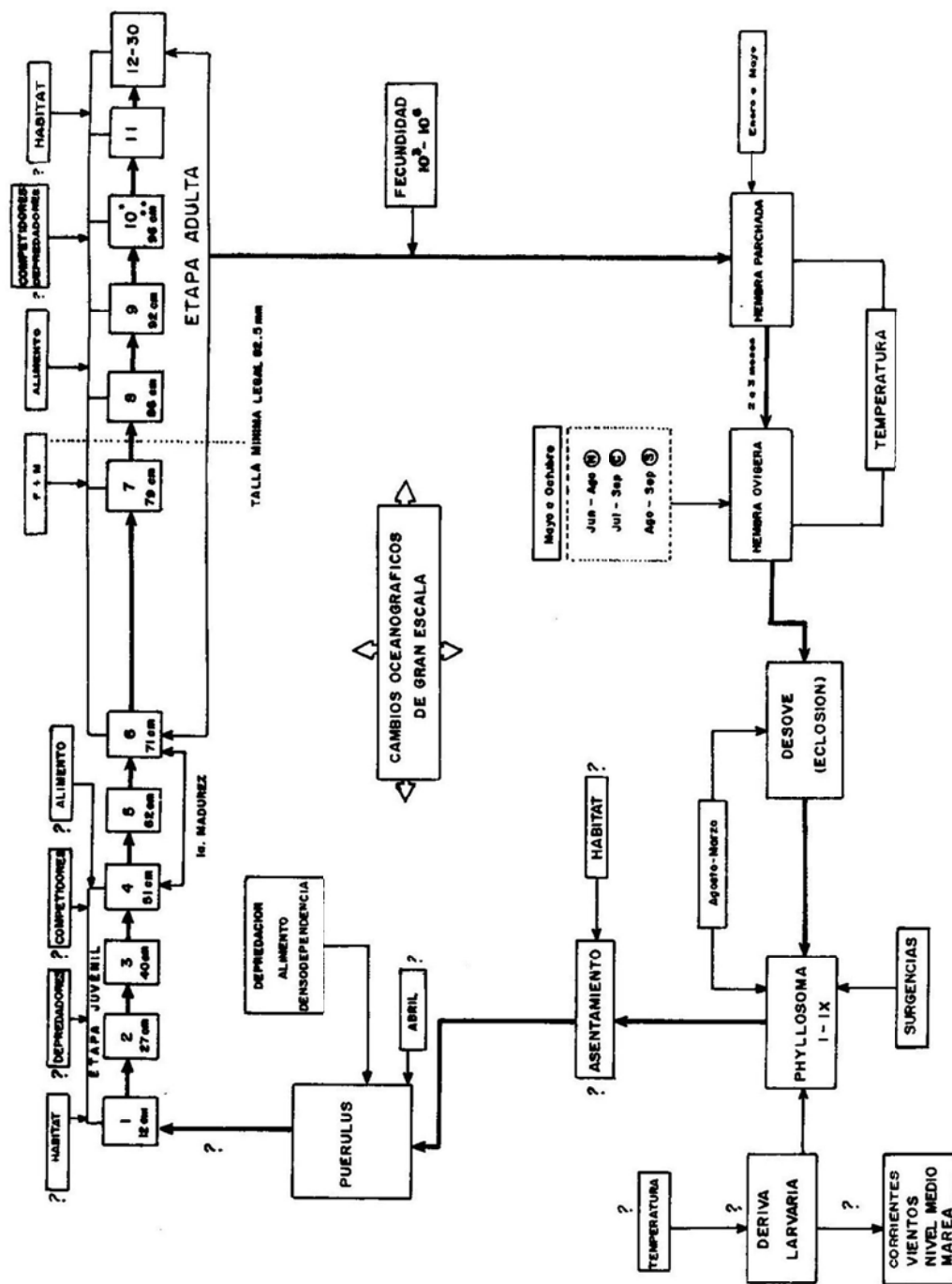


FIGURA 2. MODELO DEL CICLO DE VIDA DE LA LANGOSTA ROJA (*Panulirus interruptus*) Y PRINCIPALES PROCESOS ECOLOGICOS QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LOS EFECTIVOS DE LA POBLACION ADULTA. (* EDAD EN AÑOS, ** LONGITUD DEL CEFALOTORAX EN mm.; N.C.S.=ZONA NORTE, CENTRO Y SUR).

Astraea undosa

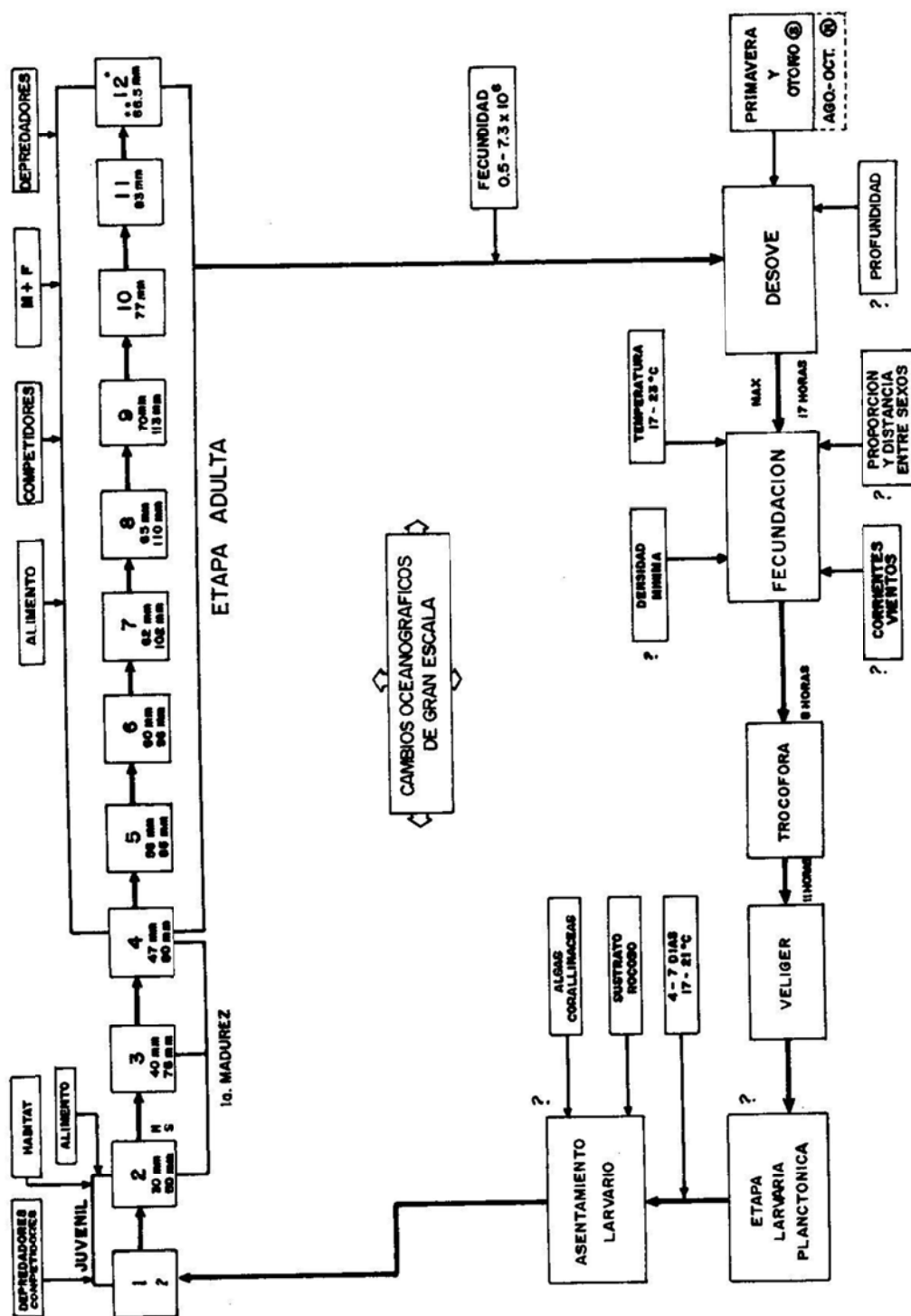


FIGURA 3. MODELO DEL CICLO DE VIDA DEL CARACOL PANOCHA (*Astraea undosa*) Y PRINCIPALES PROCESOS ECOLÓGICOS QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LOS EFECTIVOS DE LA POBLACION ADULTA. (* EDAD EN AÑOS; ** DIÁMETRO BASAL EN mm.; N.S. = ZONA NORTE Y SUR).

Siendo un organismo asociado a la misma comunidad rocosa donde se desarrollan los bancos abuloneros y langosteros, el estudio del reclutamiento, su relación con el stock adulto y su interacción con abulón, langosta y algas, pueden constituir uno de los aspectos de investigación más interesantes dentro de la ecología de juveniles y estadios tempranos de este conjunto de especies.

Macrocystis pyrifera

La base alimentaria de las comunidades bentónicas de fondo rocoso en la Baja California lo constituye esta especie, que ha sido estudiada tanto por investigadores del grupo de W. North en California desde la década de los 60's, como por investigadores mexicanos de diversas instituciones (Guzmán del Prío *et al.*, 1972, 1986; de la Campa, 1974; Casas y cols., 1985; Hernández Carmona, 1987; etc.). Sin embargo, los estudios en México se han centrado en la evaluación de la biomasa cosechable. Algunos esfuerzos importantes se han hecho para conocer la sobrevivencia de juveniles (Dean y cols., 1989) y trasplantes (North, 1971) para el mejoramiento de bancos agotados.

Esta especie, sumamente sensible a las alteraciones de temperatura y a la disponibilidad de nutrientes y luz, exhibe un patrón de fluctuaciones en densidad y biomasa muy marcado, tanto estacional como interanualmente. Estas fluctuaciones que significan cambios considerables en la cobertura de los bancos rocosos, deben de influir de alguna forma en la ecología y en el tamaño poblacional de los invertebrados (entre ellos las especies de nuestro interés) que los habitan.

De aquí que el estudio de la ecología de esta especie, como parte sustancial del hábitat del abulón, langosta y erizo, requiera atención especial dentro de los problemas del reclutamiento de dichas especies.

DISCUSION

La revisión planteada párrafos arriba, destaca algunos de los procesos más importantes que pueden estar influyendo en el reclutamiento de las especies bentónicas de fondo rocoso, en Baja California. Se ha hecho énfasis en las fases tempranas, porque en esta fase se decide el tamaño de las existencias futuras para la pesca, pero difícilmente se puede ignorar el papel que las estrategias del ciclo de vida como un todo tienen sobre el reclutamiento. La naturaleza planctónica y seguidamente bentónica de las fases larvares de abulón, caracol, langosta y sargazo confiere un denominador común a este conjunto de especies. Su interacción con el ambiente, debe determinar en gran medida una amplia variabilidad en el reclutamiento. Es conocido para otras especies que los más pequeños cambios en las tasas de sobrevivencia larval, pueden producir drásticas diferencias en la abundancia de las clases anuales resultantes que entran posteriormente a la pesquería (Pauly y Tzukayama, 1987).

Analizar de cerca la variabilidad ambiental y su influencia en la sobrevivencia de los primeros estadios, representan una línea de investigación fundamental para la dinámica de poblaciones de estas especies. Desde luego, el problema no es sencillo, porque el reclutamiento es un proceso multifactorial que actúa sinérgicamente sobre las poblaciones y la comunidad en su conjunto. Por lo tanto, la fijación o asentamiento de larvas, el alimento adecuado en calidad y cantidad para juveniles y larvas, la influencia de nutrientes y luz en el caso de algas, el alimento disponible también en calidad y cantidad para adultos reproductores y su efecto en la calidad y viabilidad de los productos sexuales, son algunos aspectos que deberían ser investigados a corto plazo.

Por otra parte, la gran heterogeneidad del espacio habitable, tanto para adultos como para juveniles, y el carácter "parchado" de la distribución espacial, deben estimular fenómenos de densodependencia durante la época de asentamiento de abulón, caracol panocha y erizo, los cuales seguramente afectan a la sobrevivencia final de juveniles. La depredación sobre dichos estadios y las interacciones tróficas al interior de la comunidad, son aspectos que también requieren ser esclarecidos para estas especies.

Hasta ahora, la fase adulta ha sido la fracción de la población más estudiada en cada especie. En gran medida esto se debe a la relativa facilidad de la colecta de especímenes a partir de las capturas comerciales y, por otro lado, por ser la parte más accesible de la población total. Por el contrario, la fase larvaria planctónica y dispersa, o la juvenil dado su carácter críptico, han estado fuera de la atención de los investigadores.

Deben exceptuarse de esta afirmación los trabajos de North con *Macrocystis* de Bahía Tortugas y la región central de la Baja California, y los de Johnson (1960) sobre distribución y abundancia de phyllosomas. Recientemente, Pringle (1986) sintetiza las ideas originales de Johnson y en un detallado trabajo propone una hipótesis

Macrocystis pyrifera

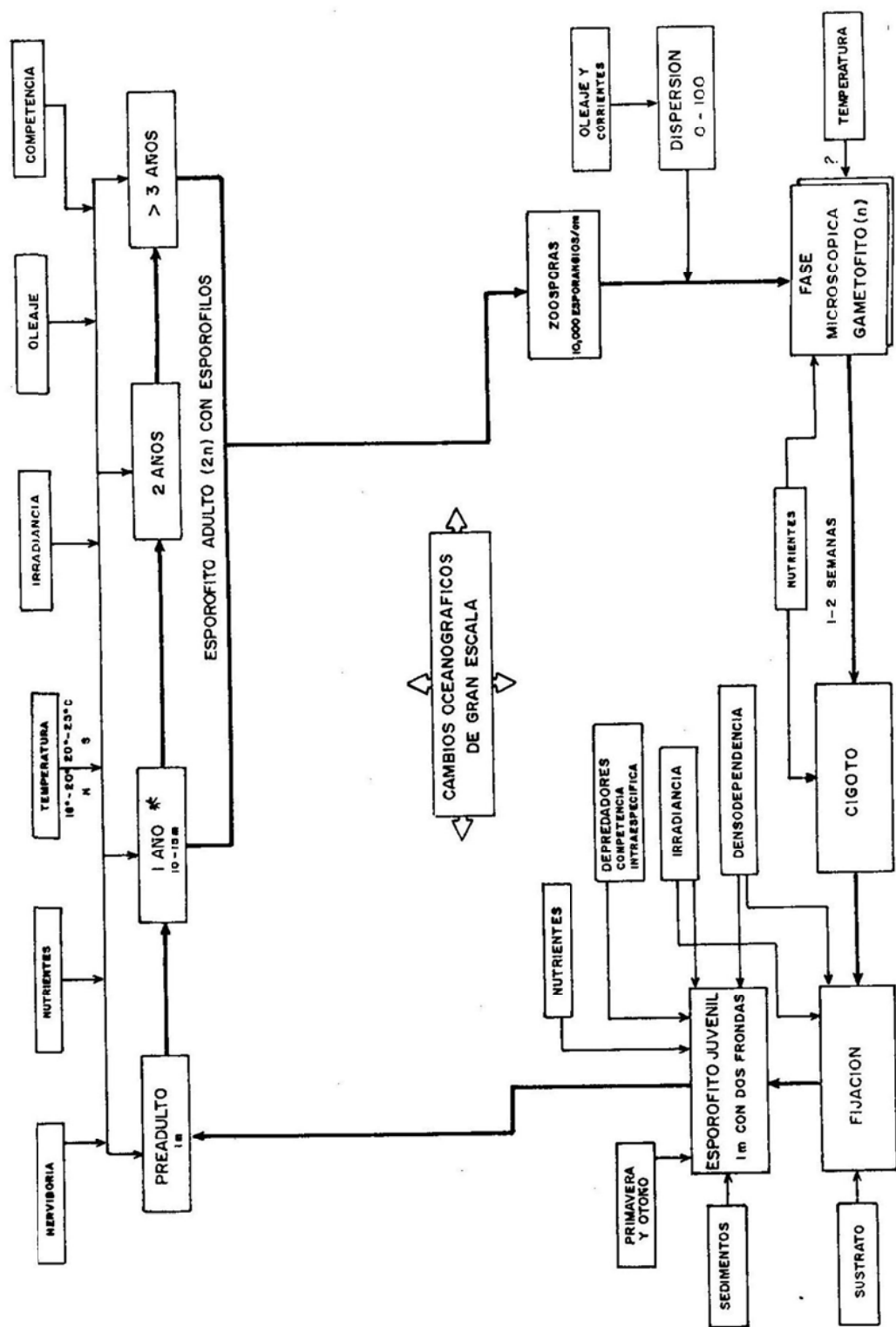


FIGURA 4. MODELO DEL CICLO DE VIDA DEL SARGAZO GIGANTE (*Macrocystis pyrifera*) Y PRINCIPALES PROCESOS ECOLÓGICOS QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LOS EFECTIVOS DE LA POBLACION ADULTA. (* ALTURA DE LA PLANTA; N,S= ZONA NORTE Y SUR).

que explica cómo viajan las larvas hacia el centro y sur de la península empujadas por la corriente de California, y cómo regresan en estadios más avanzados, incluyendo puerulus, a través de la corriente de Davidson y movimientos advectivos. Este último trabajo, es quizá de las mejores revisiones sobre la retención y reclutamiento larvario de *Panulirus interruptus* en nuestras aguas.

De las poblaciones adultas, sin embargo, no todo está resuelto, quedan aún por analizar los cambios en la estructura de la población, que seguramente a través de series de tiempo tan largas como sea posible, podría analizarse a partir de la distribución por tallas de la captura comercial en los principales puertos de descarga. Estas series pueden ofrecer valiosa información sobre la fuerza del reclutamiento en diferentes años y su relación con tasas de explotación y condiciones ambientales.

Para este tipo de procesos de reclutamiento, se requiere establecer no sólo un sistema de monitoreo, sino también mediciones de parámetros poblacionales como crecimiento, mortalidad, madurez y fecundidad, en series de tiempo que abarquen cuando menos de cinco a diez años, o el paso de varias cohortes. Análisis de observaciones puntuales o de periodos cortos como los que actualmente tenemos, tienen que ser reemplazados por estudios de estos fenómenos en el largo plazo, tanto de la población juvenil como de la adulta. Únicamente después de estos análisis podremos entender las relaciones de causa y efecto, si las hay, entre stock y reclutamiento.

Por otra parte, la coexistencia de estas especies dentro de un hábitat común y de una misma comunidad de facies rocosa, hace más interesante al problema desde el punto de vista ecológico y de manejo de ecosistemas, pero al mismo tiempo lo torna más complejo por el mayor número de variables biológicas e interacciones que se hacen presentes.

A esto debe agregarse el análisis de los problemas de genética de poblaciones, que sin duda subyacen en la explotación de pequeñas unidades de población, como parecen ser los bancos de abulón o caracol. La variabilidad de condiciones microambientales al interior de cada banco, debe influir en las expresiones fenotípicas de estas especies que a su vez se reflejan en los parámetros poblacionales. Aparentemente, esto es lo que hace a los bancos unidades características y distintivas aún en áreas geográficas relativamente cercanas.

En suma, el reclutamiento en estas especies es un problema multidimensional que rebasa el estudio de la ecología de poblaciones y plantea la necesidad de investigar la ecología de la comunidad en su conjunto. Sin embargo, el problema es tan vasto que difícilmente una sola institución puede resolverlo. Se requiere de un programa interinstitucional de largo plazo con metas y objetivos muy precisos, que aborde diferentes piezas de la investigación en donde participen las instituciones interesadas en el problema. Uno de los objetivos últimos sería distinguir: ¿qué tanto influye el ambiente oceánico en la abundancia de los recursos bentónicos y qué tanto es la influencia de la propia pesca. Qué tanto ambos factores en conjunto determinan las fluctuaciones cíclicas que se observan en algunos de ellos. Cómo y dónde están los niveles críticos de abundancia y cuáles son sus causas?. Esta información puesta al servicio de las entidades responsables de la administración de estos recursos, tendrá un positivo efecto en las políticas de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Biól. Tania Berrocal Espino por su valiosa colaboración en la edición de los diagramas. También expresan su reconocimiento a la Biól. Alicia Pérez Chi por su participación en la síntesis bibliográfica para el ciclo referente a langosta. Este trabajo contó con el apoyo económico de la Dirección de Estudios de Postgrado e Investigación del I P N bajo el proyecto No.851167.

LITERATURA CITADA

- AYALA, M. Y. 1976. Aspectos biológicos de langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall), del área comprendida entre Punta Malarrimo y La Lobera (5 km. al sur de Punta Eugenia, B.C.). Memorias del primer simposium nacional de recursos pesqueros masivos de México. SIC-INP.
- AYALA, M. Y. 1983. Madurez sexual y aspectos reproductivos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall), en la costa oeste central de la península de Baja California, México. Ciencia Pesquera (4). SEPESCA-INP.
- AYALA, M. Y. J. PINEDA B., A. J. DIAZ de LEON. 1976. Análisis comparativo de las temporadas de pesca 1971-1972 y 1972-1973 de langosta roja *Panulirus interruptus* registrada en Baja California Norte. Memorias del primer simposium nacional de recursos pesqueros masivos de México. SIC-INP.

- AYALA, M. Y., J. G. GONZALEZ A. y G. ESPINOZA C. 1988. Biología y pesca de langosta del pacífico mexicano. En: Los recursos pesqueros del país. SEPESCA-INP. 251-286.
- BELMAR PEREZ, J., S. A. GUZMAN del PROO e I. MARTINEZ M. En prensa. Madurez gonádica y ciclo reproductor de *Astraea undosa* (caracol panocha) Wood, 1828, Gastropoda: Turbinidae, en Bahía Tortugas, B.C.S. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U N A M
- BENNET, M. A. 1916. Notes on the spiny lobster (*Panulirus interruptus*) of the California current. Univ. Calif. Publications in Zool., 16(12):139-152.
- BRIONES, F. P. En press. Postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille 1804), in Bahía de la Ascención, Q. R., México. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst., 41.
- De la CAMPA, J. S. 1974. El sargazo gigante. En: La cosecha de algas comerciales en Baja California. Ser. Div. No.6. SIC-INP. México.
- CASAS, V. M. M., G. HERNANDEZ, J. R. TORRES e I. SANCHEZ. 1985. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* "sargazo gigante" en la península de Baja California (verano de 1982). Inv. Mar. CICIMAR. México. 2(1): 1-17.
- DAVIS, G. E. 1980. Juvenile spiny lobster. Spiny Lobster Series: 57-58.
- De la ROSA VELEZ, J., G. TORRES MOYE, A. SILVA LOERA, J. A. E. ALMANZA HEREDIA y E. ALMANZA HEREDIA. 1991. Evaluación integral de los recursos con potencial económico de la costa oeste de Baja California: el caracol *Astraea undosa* (Mollusca: Gastropoda). Reporte técnico. Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C., Ensenada, México.
- DEAN, T. A., K. THIES and S. L. LAGOS. 1989. Survival of juvenile Giant Kelp: The effects of demographic factors, competitors and grazers. Ecology 70(2) :483-495.
- DOI, T., GUZMAN del PROO S. A., V. A. MARIN, M. ORTIZ Q., J. CAMACHO A. y T. MUÑOZ L. 1977. Análisis de la Población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el área de Punta Abrejos y en Isla Cedros B.C. INP/SC Serie Científica 18:1-17.
- EBERT, T. B. 1989. Growth of hatchery-reared red abalone at Fitzgerald Marine reserve: one year post-release. Calif. Fish and Game. 75 (3): 169-183.
- EBERT, T. B. and EBERT E. E. 1988. An innovative technique for seeding abalone and preliminary results of laboratory and field trials. Calif. Fish and Game 74 (2): 68-81.
- FOGARTY, M. J., M. P. SISSENWINE and E. B. COHEN. 1991. Recruitment variability and the dynamics of exploited marine populations. Tree 6(8).
- GARLAND, C. and S. L. COOKE. 1985. Ingestion of the bacteria on the cuticle of crustose (non-articulated) Coraline algae by post-larval and juvenile abalone (*Haliotis ruber* Leach) from Tasmanian waters. J. Exp. Mar. Biol. Écol. 91: 137-149.
- GRACIA, A. y E. LOZANO. 1980. Alimentación del bagre marino *Netuma platypogon* y su importancia como indicador de reclutamiento de postlarvas de langosta (Decapoda: Palinuridae), Guerrero, México. Ann. Cen. Cienc. del Mar y Limnol. U N A M México, 7(2):199-206.
- GUZMAN del PROO, S. A., S. de la CAMPA DE GUZMAN y J. L. GRANADOS G. 1972. "El sargazo gigante" (*Macrocystis pyrifera*) y su explotación en Baja California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Tomo XXXII. pp: 15-52. México.
- GUZMAN del PROO, S. A., M. ORTIZ Q. y V. A. MARIN. 1973. La explotación de abulón en la temporada 1972-1973., Primeros análisis sobre la Composición de su captura. Informe Técnico. INP/Si: 17. SIC.
- GUZMAN del PROO, S. A. 1974. La pesquería de abulón. Gaceta Cooperativa 52 :14-17.
- GUZMAN del PROO, S. A. 1975 Síntesis de información estadística sobre abulón y langosta en Baja California. INP/Si: 131, 32 p.

- GUZMAN del PROO, S. A., M. CASAS-VALDEZ, A. DIAZ C., M. L. DIAZ L., J. PINEDA B. y M. L. SANCHEZ R. 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. CICIMAR 3 pp: 1-63.
- GUZMAN del PROO, S.A. In press. A Review of the biology of the abalone and its fishery in México. In: S. A. Shepherd, M. J. Tegner and S. A. Guzmán del Proo (eds.). Abalone of the world: Biology, Fisheries and Culture. Blackwells: Oxford.
- GUZMAN del PROO, S. A., S. R. MILLE, R. GUADARRAMA, S. DE LA CAMPA, J. BELMAR, J. CARRILLO, A. PEREIRA, M. J. PARRA y A. C. LUQUE. En prensa. La comunidad bentónica de los bancos de abulón en Bahía Tortugas B.C.S. Anales de la ENCB. Vol. 54 "Dr. Russek".
- HERNANDEZ, C. G. 1987. Recuperación de mantos de sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) en Baja California, después del fenómeno de El Niño 1982-1983. Simposium sobre investigación en biología y oceanografía pesquera en México. IPN-CoNaCyT.
- HERRNKIND, W. F., M. J. BUTLER IV, and R. A. TANKERSELEY. 1988. The effects of siltation on recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*. Fishery Bulletin 86(2).
- JOHNSON, M. W. 1960. Production and distribution of larvae of the spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall) with records on *P. gracilis* (Streets). Bull. Scripps Inst. Ocean. Univ. Calif. 7(6):413-462.
- LEIGHTON, D.L. 1974. The influence of temperature on larval and juvenile growth in three species of southern California abalones. Fish. Bull. 72 (4): 1137-1145.
- LI-LIAN L., LIH-SING CHU, KUN-HSIUNG CHANG and FU-SHANG CHIA. 1986. Negative effect of Gama-aminobutyric acid (Gaba) on the settlement of larvae of the small abalone *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. Bull. of the Inst. Zool. Acad. Sinica; 25(1): 1-5.
- LI-LIAN LIU and KUN-HSIUNG CHANG. 1987. Temperature and tolerances in the abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica; 26(1): 19-25.
- LI-LIAN LIU, LI-SHING CHU and KUN-HSIUNG CHANG. 1987. Early development, survival and growth of the abalone *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke in Taiwan. Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica; 26(1): 9-17.
- LLUCH, B. D., S. A. GUZMAN DEL PROO, V. MARIN A. y M. ORTIZ Q. 1973. La pesquería de abulón en Baja California. Un análisis de su desarrollo y perspectivas futuras. Informe Técnico. INP/SI:16. SIC.
- LLUCH, B. D., R. J. M. CRAWFORD, T. KAWASAKI, A. D. MCCALL, R. H. PARRISH, R. A. SCHWARTZLOSE and P. E. SMITH. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. S. Afr. J. Mar. Sci. 8:195-205.
- LOZANO, A. E., P. BRIONES F., C. B. KENSLER. 1981. Análisis de las posibilidades de cultivar langostas (Crustacea, Palinuridae) en México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol, U N A M 8(1):69-78.
- LOZANO, E., P. BRIONES, L. SANTARELLI y A. GRACIA. 1982 Densidad poblacional de *Panullirus gracilis* (Streets) y *P. inflatus* (Bouvier) (Crustacea:Palinuridae) en dos áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro, México. Ciencia pesquera I.N.P. 3:61-73.
- LYONS, W. G. 1980. The postlarval stage of Scyllaridean lobsters. Spiny Lobster Series: 47-49.
- MENZIES, R. A. and J. M. KERRIGAN. 1980. The larval recruitment problem of the spiny lobster. In: Spiny Lobster Series: 42-46.
- MITCHELL C. T., C. H. TURNER and A.R. STRACHAN. 1969. Observations on the biology and behavior of the California spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall). Calif. Fish and Game 55(2):121-131.
- MORSE D. E. (in press). Recent advances in Biochemical control of reproduction, settling, metamorphosis, and development of abalones and other molluscs. Applicability for more efficient cultivation and reseed-ing. Proc. Nat. Shellfish Assoc.

- MORSE D. E., N. HOOKER, LI JENSEN and H. DUNCAN. 1979. Induction of larval abalone settling and metamorphosis by -aminobutyric acid and its congeners from crustose red algae. II: Applications to cultivation, seed-production and bioassays; principal causes of mortality and interference. *Proceedings World Mariculture Soc.* 10 (in Press).
- NIKOLSKY, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oliver & Boyd.
- NORTH, W.J. 1971. The biology of the giant kelp beds (*Macrocystis*) in California. *Nova Hedwigia*, Vol. 32, 600p.
- ORTIZ, Q. M. 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulón comercial de las islas de Cedros, Benitos y Guadalupe, B.C. SIC, DGP, Inst. Nal. de Investigs. Biológico Pesqueras. Ser. Trab. Divul. XI (109): 43 pp.
- ORTIZ, Q., M. y G. LEON CARBALLO. 1988. Recursos pesqueros de México y sus perspectivas. Recurso abulón, *Haliotis* spp. en: Los recursos pesqueros del país, Sría de Pesca: 11-51.
- PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM (143).
- PAULY, D. and I. TSUKAYAMA. 1987. The peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. IMARPE, GTZ and ICLARM.
- PHILLIPS, B. F. and A. F. PEARCE. 1989. Inter-annual variability in ocean circulation and rock lobster recruitment in the southeastern indian ocean. In: T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi (eds). Long-term variability of pelagic fish populations and their environment. Pergamon press:339-345.
- PINEDA, B. J., A. J. DIAZ de LEON. 1976. Informe de la temporada de pesca 1973-1974 de langosta roja (*Panulirus interruptus*). Composición de la captura y esfuerzo de pesca en el noroeste de Baja California. Memorias del primer simposium nacional de recursos pesqueros masivos de México. SIC-INP.
- PINEDA, B. J., A. J. DIAZ de LEON y F. LOPEZ S. 1976. Principales áreas de pesca de langosta en la costa occidental de la Península de Baja California. Memorias del primer simposium nacional de recursos pesqueros masivos de México. SIC-INP.
- PINEDA, B. J., A. J. DIAZ de LEON y F. URIBE. 1981. Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1842) en Baja California. Ciencia Pesquera I(1). SEPESCA-INP.
- PRINCE, J. D., T. L. SELLERS, W.B. FORD and S.R. TALBOT. 1987. Experimental evidence for limited dispersal of haliotid larvae (genus *Haliotis*, Mollusca: Gastropoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 106:243-263.
- PRINCE, J. D., T. L. SELLERS, W. B. FORD and S. R. TALBOT. 1988. Confirmation of a relationship between the localized abundance of breeding stock and recruitment for *Haliotis rubra* Leach (Mollusca: Gastropoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Issue 01134.
- PRINGLE, J. D. 1986. Californiaspiny lobster (*Panulirus interruptus*) larval retention and recruitment: a review and synthesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43:2142-2152.
- RICKER, W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 119.
- SALAS, G. A. y R. A. SEARCY B. En prensa. Desarrollo y estado actual del cultivo de abulón en México. In: S. A. Shepherd, M. J. Tegner and S. A. Guzmán del Próo (eds.). Abalone of the world: Biology, Fisheries and Culture. Blackwells: Oxford.
- SEARCY, B.R., A.E. SALAS y R. FLORES A. En prensa. Investigaciones en México sobre la etapa crítica de la producción de semilla de abulón (*Haliotis* spp.). In: S. A. Shepherd, M. J. Tegner & S. A. Guzmán del Próo (eds.). Abalone of the world: Biology, Fisheries and Culture. Blackwells: Oxford.

- SEARCY, B. R., A. E. SALAS, R. A. FLORES. 1988. Crecimiento de postlarvas y juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*) en un laboratorio mexicano. *Ciencias Marinas*, 14: 57-72.
- SEPESCA. 1987. Esquema de regulación propuesto para la administración de las pesquerías de langosta. En: *Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su administración*. SEPESCA. pp: 473-488.
- SEVILLA, M. L. 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens* Philippi. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.* XXXII.
- SHEPHERD, S. A. 1990. Studies on Southern Australian abalone (Genus *Haliotis*). XII. Long Term recruitment and mortality dynamics of an unfished population. *Aust. J. Mar. Freshwater Research*. 41:475-492.
- SILVA LOERA, A. y L. M. GUERRERO MARTINEZ. 1990. Desarrollo embriológico y larval del caracol marino *Astraea undosa* (Wood, 1828)(Mollusca:Gastropoda) en laboratorio. IV Congreso Nacional de Acuicultura. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Sonora. México.
- TEGNER, M. J. 1989. The California abalone fishery: Production ecological interactions and prospects for the future. In: Caddy J. F.(ed). *Scientific approaches to the management of invertebrate stocks*. J. Wiley & Sons: London.
- TUTSCHULTE, T. C., and J. H. Connell. 1988. Growth of three species of abalone (*Haliotis*) in southern California :31 (3/4): 204-213.
- UKI, N. 1989. Abalone seedling production and its theory (1). *Int. J. Aq. Fish. Technol.* 1: 3-15.
- UKI, N. 1989. Abalone seedling production and its theory (2). *Int. J. Aq. Fish. Technol.* 1: 125-132.

MADUREZ SEXUAL Y CICLO GONADICO DE *Haliotis fulgens* Y *Astraea undosa* EN BAHIA TORTUGAS, B.C.S. (1986-1988)

Jorge Belmar-Pérez *
S.A. Guzmán del Prío *

RESUMEN

El caracol panocha (*Astraea undosa*) y el abulón azul (*Haliotis fulgens*) constituyen importantes pesquerías en la región de Bahía Tortugas, B.C.S., que se explotan por lo general en los mismos barcos y forman parte de una misma comunidad bentónica.

Estudios histológicos sobre ambas especies que cubren las cuatro estaciones de los años 1986 a 1988, han permitido reconocer las principales épocas reproductivas de las dos especies y las diferencias que existen en cuanto al modo reproductivo que siguen en los periodos de expulsión de gametos. *Astraea undosa* se comporta fundamentalmente como una especie en la que predomina la liberación parcial de gametos, es decir, como un reproductor parcial. *Haliotis fulgens*, por su parte, muestra un comportamiento más consistente con expulsión total de gametos durante los picos reproductivos. Las dos especies pueden exhibir también expulsión incompleta, o incluso no expulsar aun dentro de una misma época del año.

Las expulsiones de primavera y otoño parecen ser los picos reproductivos en el caso de *Astraea undosa*, mientras que en *Haliotis* puede incluir también el verano e invierno.

ABSTRACT

Astraea undosa (wavy turban snail) and *Haliotis fulgens* (green abalone) constitute important fisheries in Bahía Tortugas, B.C.S. Generally, they are exploited in the same places and they form part of same benthic community.

Seasonal histological studies of gonadic tissue from both species made between 1986 and 1988, showed the main reproductive seasons and their different spawning patterns. *Astraea* is a partial spawner while *Haliotis* is more consistent with a total one, however, in the same cycle both species may exhibit incomplete spawning or no spawning at all.

The maximum reproductive peaks for *Astraea* seems to be the spring and autumn, whereas *Haliotis* may also include summer and the winter.

INTRODUCCION

El abulón azul (*Haliotis fulgens*) y el caracol panocha (*Astraea undosa*) son dos gasterópodos que cohabitan en la comunidad del infralitoral rocoso del Pacífico de Baja California. *Haliotis* constituye la base de una antigua pesquería cuyas poblaciones están sumamente diezmadas en la actualidad (Guzmán del Prío, en prensa), en tanto que *Astraea* es un recurso que sustenta una fuerte pesquería recientemente desarrollada.

Estudios relacionados con la madurez sexual y ciclo gonádico en estas especies, y en general, en todas aquellas sujetas a explotación comercial tienen una aplicación inmediata al ser base para la determinación de ciertos parámetros de importancia fundamental en el manejo de una pesquería, como lo son la talla mínima de captura y las épocas de veda.

Hasta la fecha, este tipo de estudios han sido abordados analizando a cada especie como una entidad independiente. En este sentido, y en relación con *Haliotis*, son característicos los trabajos de Boolotian y cols. (1962), Webber y Giese (1969), Young y DeMartini (1970), Shepherd y Laws (1974), Giorgi y DeMartini (1977), y Tutschulte y Connell (1981). Trabajos clásicos sobre el mismo tópico en abulones de México son los de Sevilla y cols. (1965), Ortiz Quintanilla (1966), Cárdenas y cols. (1971), Sevilla (1971) y Ortiz Quintanilla y González Avilés (1986). En el caso de *Astraea* la bibliografía es escasa; algunos de los trabajos existentes a la fecha son los

* Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D.F.

de Belmar-Pérez (1988), Almanza Heredia y Almanza Heredia (1988), De la Rosa y cols. (1991) y Belmar-Pérez y cols. (en prensa).

La coexistencia de *Haliotis* y *Astraea*, los cuales comparten en lo general hábitat, nivel trófico y, actualmente, una presión de pesca similar, llevó a los autores a buscar las posibles diferencias o semejanzas en el patrón reproductivo de ambas especies. Lo anterior tiene importancia para la comprensión de la dinámica reproductiva de los grandes gasterópodos del litoral rocoso de Bahía Tortugas, por las implicaciones que derivarían hacia el manejo y administración de sus pesquerías.

En un artículo anterior (Belmar y cols., en prensa) se presentó una descripción detallada sobre el ciclo gonádico y la madurez sexual de *Astraea undosa*. En el presente trabajo se omiten detalles específicos sobre el mismo que pueden ser consultados en el citado artículo, y hacemos énfasis en la descripción de *Haliotis*.

AREA DE ESTUDIO

Bahía Tortugas es un pequeño puerto de pescadores que se localiza en la parte central de la costa oeste de la Península de Baja California. La bahía cubre un área aproximada de 20.5 km² y su boca se cierra por un par de puntas rocosas de origen ígneo; la del SE se prolonga en una serie de pequeños islotes conocidos como "LOS MORROS", los cuales amortiguan en gran medida la fuerza del oleaje proveniente del NW (Fig. 1).

La zona de Los Morros constituye, hacia barlovento, un banco pesquero de alta productividad donde se pesca abulón, caracol, langosta y algas *Gelidium*; abarca una superficie de 0.4 km² y se caracteriza por la presencia de mantos de algas gigantes (*Macrocystis pyrifera*) que se extienden desde la orilla de los islotes hasta una profundidad de 18 a 20 metros (Belmar-Pérez, 1988).

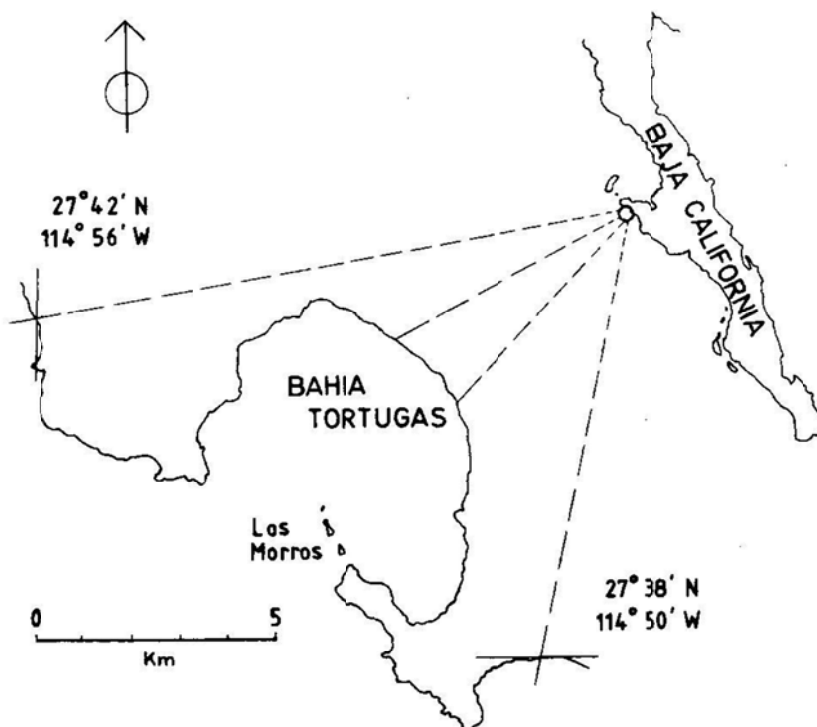


FIGURA 1. AREA DE ESTUDIO, LOS MORROS, BAHIA TORTUGAS, B.C.S.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se basó en el análisis histológico de 99 gónadas de *Haliotis fulgens* y 79 de *Astraea undosa*, correspondientes a 11 muestreos estacionales (primavera-verano-otoño-invierno) realizados entre noviembre de 1985 y noviembre de 1988. Los organismos fueron colectados mediante buceo autónomo a lo largo de una franja sublitoral ubicada entre los 6 y los 18 metros de profundidad. Cada muestra analizada contó con un mínimo de 5 especímenes, hasta 14, en el caso de *Haliotis* y 11 en el de *Astraea* incluyendo ambos sexos.

Antes de extraer la gónada, los organismos fueron pesados y medidos, refiriéndose la talla al diámetro mayor de la base de la concha. La separación de los sexos se hizo por apreciación visual de acuerdo a la coloración del cono gonadal. Se analizaron exclusivamente organismos adultos; para *H. fulgens* se consideraron aquellos cuya talla fue de 90 mm. en adelante, en tanto que para *A. undosa* esta talla fue de 80 mm. como mínimo. La porción gonádica estudiada correspondió, en ambas especies, a la parte media del cono hepato-gonadal, obteniéndose de ella cortes histológicos de 8 micras de espesor que se tiñeron con hematoxilina-eosina.

Para caracterizar el ciclo gonádico de las dos especies se tomaron como base los criterios de clasificación que Giorgi y DeMartini (1977) propusieron para una población de *Haliotis rufescens*.

RESULTADOS

Comparativamente, la anatomía microscópica de ovarios y testículos en ambas especies es muy semejante. La gónada está limitada en su periferia por una delgada capa de tejido epitelial que se continúa con tejido conjuntivo; a partir de éste, y siempre de la periferia hacia el centro, en disposición radial, se prolonga una serie de trabéculas que terminan en los márgenes externos del hepatopáncreas y entre las cuales se desarrolla el tejido germinal.

La forma y tamaño de los gametos es muy parecida en las dos especies. Los ovocitos "maduros" se observan como células esféricas, con un núcleo excéntrico, citoplasma ocupado por plaquetas vitelinas y rodeados por un corion; en relación con su tamaño, éste oscila, en el caso de *H. fulgens* entre los 160 y 250 μm de diámetro, en tanto que los de *A. undosa* exhiben una talla que fluctúa entre los 180 y 269 μm . Para ambas especies la longitud de la cabeza de los espermatozoides es de 6 μm en promedio.

El análisis histológico muestra que *Haliotis* y *Astraea* presentan, a lo largo del año, las mismas fases que caracterizan el ciclo reproductivo. Las categorías identificadas corresponden, en las hembras, a las fases de madurez, desove total, desove parcial, desove incompleto, no desove y gametogénesis típica; esta última categoría queremos distinguirla de los procesos de gametogénesis latente que siempre se observan a lo largo del ciclo. En el caso de los machos, dada la dificultad para identificar estados de reabsorción gamética, las fases más claramente distinguibles fueron las de madurez, expulsión total y expulsión parcial (Figs. 2 y 3). Las imágenes corresponden a *Haliotis*.

La figura 4 muestra en forma comparativa la frecuencia de organismos (ambos sexos) que presentan cada una de las etapas mencionadas.

MADUREZ

Casi en todas las épocas estudiadas se presentaron fases de madurez en ambas especies. En *H. fulgens* este comportamiento se manifestó en 10 de las 11 muestras analizadas; el otoño e invierno de 1985 y el verano de 1986 resultaron las épocas en las que más del 50% de la población mostró esta fase (Fig. 4a). Por su parte, la población de *A. undosa* presentó signos de madurez en nueve de las 11 épocas estudiadas, siendo, al igual que en abulón, el otoño e invierno de 1985 y el verano de 1986 las épocas con frecuencias mayores del 50%. Una excepción de este nivel de frecuencias fue el invierno de este último año, en el cual, el 100% de los organismos analizados mostraron dicha fase.

EXPULSION TOTAL

En general, este tipo de comportamiento fue mucho más frecuente en *Haliotis* que en *Astraea*. De todo el periodo de estudio, en nueve épocas la población de abulón expulsó totalmente sus gametos; en el otoño e invierno de 1986 y la primavera de 1987 y 1988 más del 50% de los organismos exhibieron este comportamiento (Fig. 4b). Como se mencionó arriba, en *A. undosa* la liberación total de gametos fue poco frecuente manifestándose solamente en cuatro ocasiones; durante el otoño de 1987 y la primavera y verano de 1988, las frecuencias

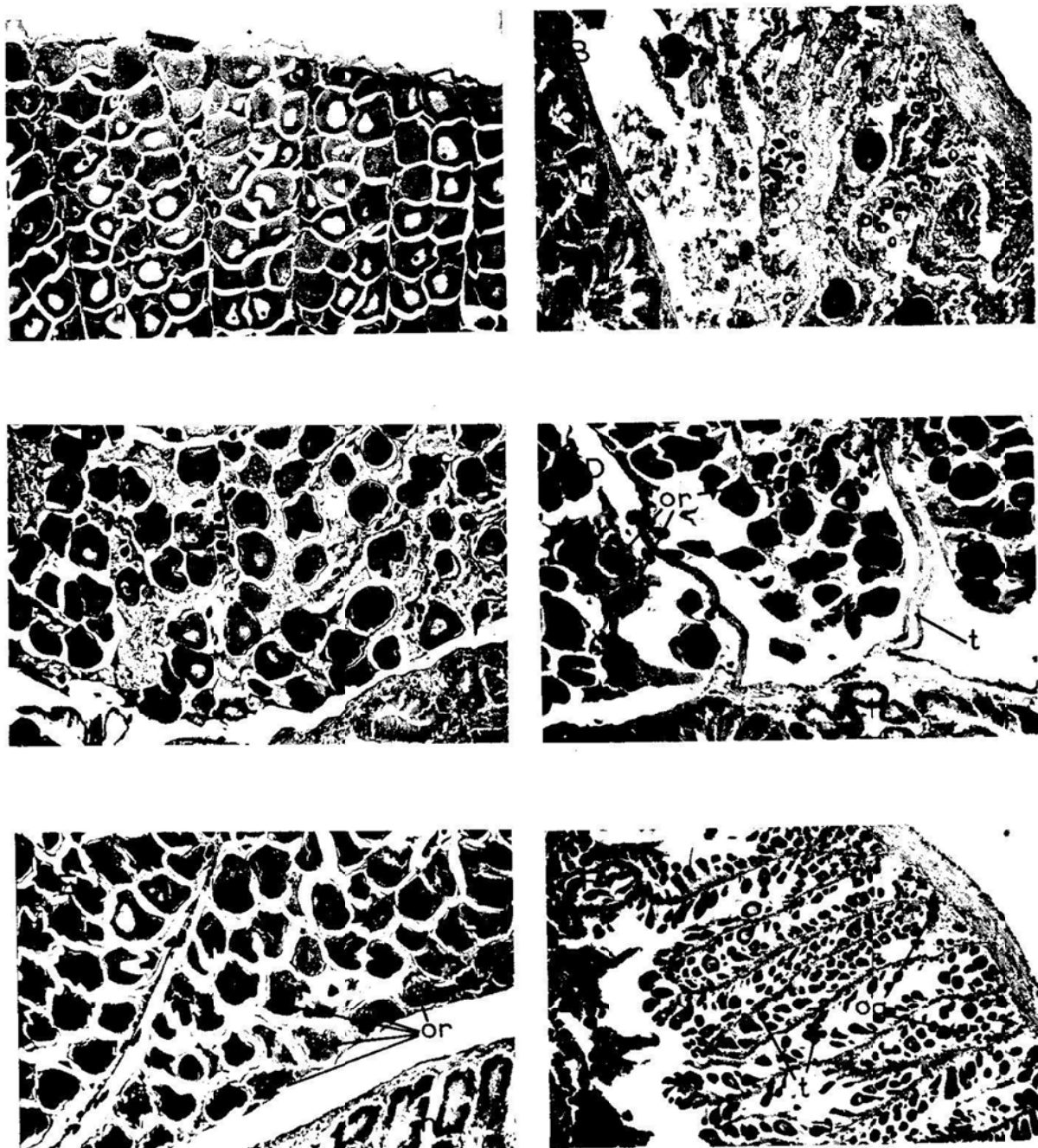


FIGURA 2. HEMBRAS DE *Halotis fulgens* MOSTRANDO: A) MADUREZ TOTAL, B) DESOVE TOTAL, C) DESOVE PARCIAL, D) DESOVE INCOMPLETO, E) NO DESOVE, F) GAMETOGENESIS, (H=HEPATO?ANCREAS, T=TRABECULAS, OR=OVOCITOS EN REABSORCION, OG=OVOGONIAS).

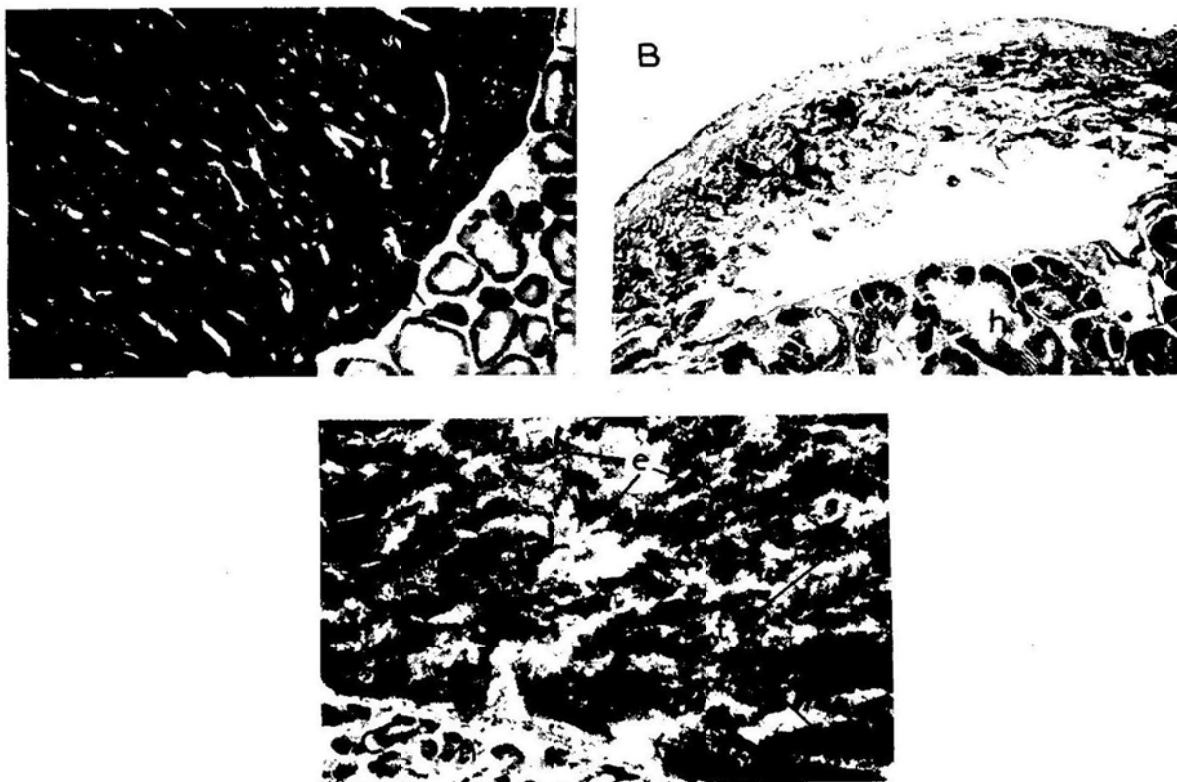


FIGURA 3. MACHO DE *Haliotis julgens* MOSTRANDO: A) MADUREZ TOTAL B) EXPULSION TOTAL C) EXPULSION PARCIAL. (H=HEPATOPANCREAS, T=TRABECULAS, E=ESPERMATOZOIDES)

observadas fueron menores del 30%, en tanto que para el otoño de este mismo año, el 50% de los individuos estudiados presentó esta fase.

EXPULSION PARCIAL

La figura 4c muestra la baja frecuencia exhibida por *Haliotis* en relación con esta fase. En todas las ocasiones en que se presentó este tipo de comportamiento (siete épocas), la frecuencia observada nunca fue mayor del 25%. *Astraea* por su parte, mostró una alta frecuencia de expulsiones parciales a lo largo de los tres ciclos estudiados; proporciones importantes de la población analizada exhibieron este comportamiento durante la primavera y el verano de 1987, con frecuencias del 71 y 70% respectivamente, mientras que durante el verano y otoño de 1988 éstas fueron del 54 y 50% respectivamente.

EXPULSION INCOMPLETA

Este comportamiento fue poco frecuente en ambas especies (Fig. 4d), y aunque fue más evidente en la población de *A. undosa*, solamente en la primavera de 1986 esta especie mostró una frecuencia importante (60%).

NO EXPULSION

La incidencia de este tipo de comportamiento entre ambas poblaciones fue más bien rara (Fig. 4e). Seis fueron las épocas en las que la población de *Haliotis* no liberó sus gametos; durante el otoño e invierno de 1985 y el verano de 1986 se observaron las frecuencias máximas, las cuales nunca llegaron al 50%. Por su parte, *Astraea* mostró esta fase con menor frecuencia que *Haliotis*, y solamente en el otoño de 1987 una fracción importante de la población (60%) no liberó sus gametos.

GAMETOGENESIS

Los procesos de gametogénesis típica, los cuales reinician el ciclo gonádico después de una expulsión total, se presentaron en *Haliotis* durante la primavera de 1986, 1987 y 1988 y el otoño de 1988 con frecuencias respectivas del 43, 22, 30 y 25% (Fig. 4f), en tanto que para la población de *Astraea* esta fase solo se observó durante el otoño de 1987 (10%) y la primavera de 1988 (43%).

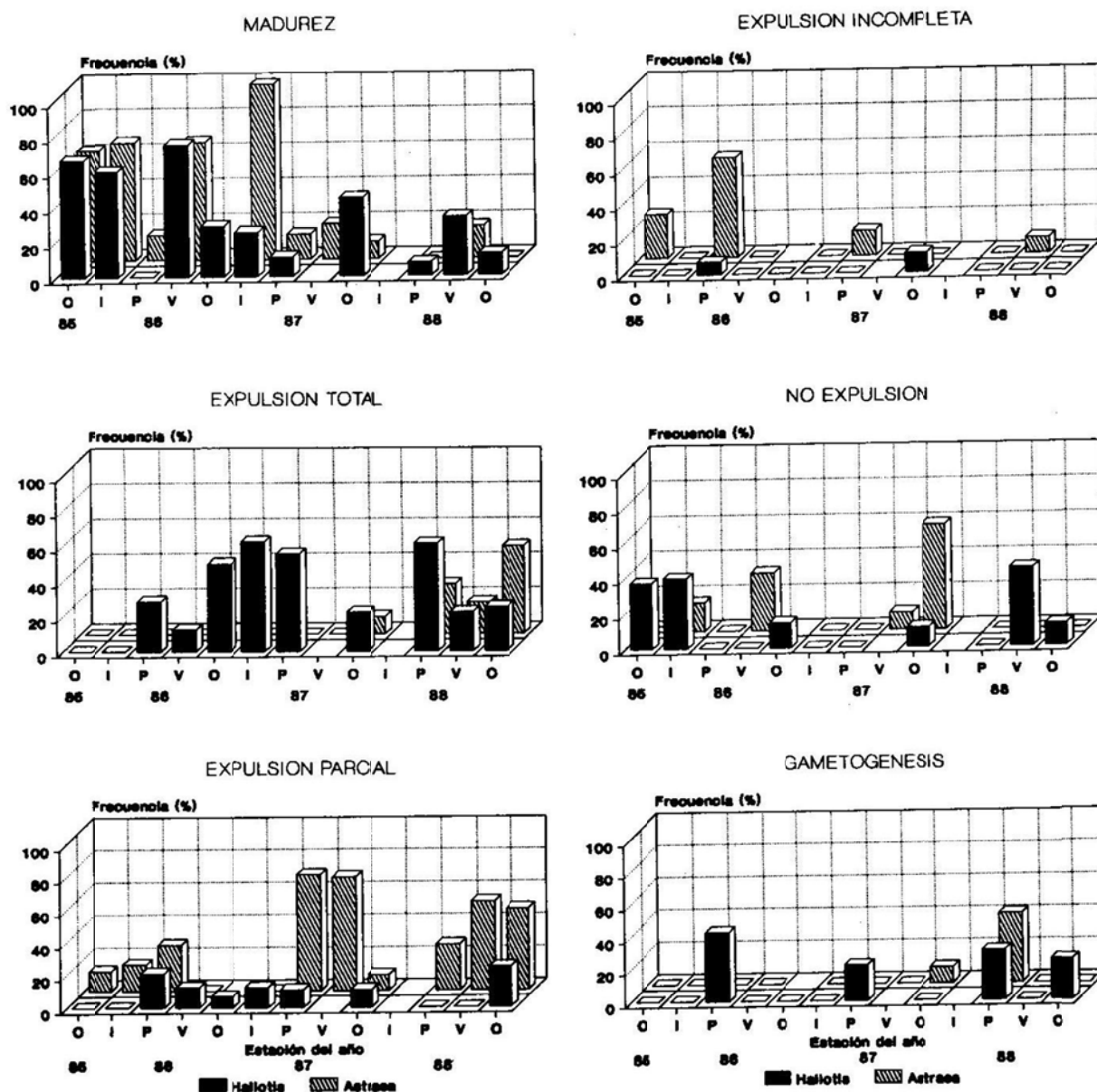


FIGURA 4. FRECUENCIA DE LOS DIFERENTES ESTADIOS OBSERVADOS EN *Haliotis fulgens* Y *Astraea undosa* EN LOS MORROS, BAHIA TORTUGAS, 1985-1988) O = OTOÑO, I = INVIERNO, P = PRIMAVERA V = VERANO.

DISCUSION

Aunque el estudio tiene la limitante de cubrir el ciclo gonádico sólo estacional y no mensualmente, los datos obtenidos reflejan con bastante claridad el comportamiento reproductivo de ambas especies. Por lo tanto, las tres temporadas analizadas permiten establecer desde ahora algunas generalizaciones. El hecho de que la población de *Haliotis fulgens* haya liberado completamente sus gametos en casi la totalidad de las muestras con signos de expulsión, permitió caracterizar a esta especie como un "Desovador Total", donde los periodos de máxima actividad parecen coincidir con el otoño y la primavera siguientes; en el invierno y el verano pueden darse también expulsiones totales, pero con menor frecuencia. *Astraea undosa*, por el contrario, se comporta fundamentalmente como un "Desovador Parcial", con elevadas frecuencias de organismos que presentan esta fase principalmente durante la primavera y el otoño; no obstante, en algunos años, como los de 1987 y 1988, este comportamiento se manifestó aún durante el verano. Cabe mencionar que con el término de "Desovador" nos estamos refiriendo a la liberación de gametos en ambos sexos, aunque estrictamente en los machos lo que ocurre es una expulsión y no un desove.

Ambas especies parecen no mantener un patrón definido en cuanto a comportamientos de Expulsión Incompleto y de No Expulsión. Estos casos se manifestaron en pocas ocasiones y con frecuencias relativamente bajas. Los procesos de Gametogénesis Típica observados en ambas especies, sugieren que existe una relación de esta fase, particularmente en *Haliotis*, con los picos de expulsión total de la primavera, a partir de la cual y hacia el verano siguiente la gónada tiende a llenarse nuevamente. Sin embargo, es un hecho que tanto *Haliotis* como *Astraea* muestran signos de madurez sexual prácticamente todo el año.

Como es evidente, ambas poblaciones muestran una gran variabilidad en cuanto a su patrón reproductivo, tanto entre estaciones como entre años. La variación en las frecuencias de los distintos tipos de "desove" observados a lo largo de los tres ciclos estudiados, es muy irregular y pareciera que los picos reproductivos no siempre se encuentran en la misma época del año, especialmente en el caso de *Haliotis*. Por lo tanto, ambas especies pueden ser caracterizadas como asincrónicas y poco especializadas en sus ciclos reproductivos. Un comportamiento similar es citado por Tutschulte y Connell (1962) trabajando con poblaciones de *H. fulgens* en la región de Santa Catalina. Por otra parte, esta amplia variabilidad en el patrón reproductivo es una característica que Giese (1959) menciona para algunos invertebrados marinos.

El hecho de no existir una temporada única de reproducción durante el año, sugiere la existencia de distintas cohortes de reclutamiento de juveniles, particularmente de otoño y primavera. Sin embargo, el aparente solapamiento mostrado por ambas especies en cuanto a la época de reproducción, no parece ser un factor limitante para el establecimiento de la población de juveniles. Observaciones de campo realizadas por los autores en el mesolitoral inferior y en el infralitoral, indican que no existe una marcada competencia por espacio. *Haliotis*, en su etapa juvenil, es una especie bastante críptica que se localiza principalmente en la superficie basal de lajas y rocas imbricadas que se apilan en aguas someras; este hábitat aparentemente no es compartido por los juveniles de *Astraea*. Belmar (1988) reporta que los organismos más pequeños de *Astraea* (21 mm.) colectados, fueron localizados en aguas poco profundas (5 m.) entre el denso follaje de algas coralinas articuladas que recubren el fondo rocoso de esta zona. Por su parte, el hábitat que ocupa la población de adultos de ambas especies es sustancialmente distinto, y mientras que *Haliotis* se mantiene relativamente oculto, *Astraea* se muestra como una especie netamente emergente.

Hasta ahora, los estudios existentes sobre ciclo reproductor de abulones de México basados en análisis histológico, coincidían en señalar como la época reproductiva al verano y al otoño. Sevilla (1971) reporta como época reproductiva de *H. fulgens* de Isla Cedros, B.C., el periodo comprendido entre junio y octubre, aunque advierte que es posible esperar ligeras variaciones.

Los estudios basados en estimaciones de índice gonádico, como los realizados por Ortiz (1966) y Cárdenas y cols. (1971) coinciden en señalar al verano como la única época de desove; nuestro estudio, a nivel histológico, demuestra que existen expulsiones francas, sean éstas totales o parciales en cualquiera de las cuatro estaciones del año.

Esta aparente discrepancia con los autores que han usado únicamente al índice gonádico como indicador del ciclo reproductivo, podría ser explicada por el hecho de que dicho índice no permite detectar, como lo hace el estudio histológico, los estados de no expulsión, expulsión parcial o expulsión incompleta, que suelen darse en gónadas que a simple vista están plenamente maduras. Además, la apreciación visual tampoco permite detectar aquellas expulsiones en las que el espacio gonadal ha sido ocupado por un mucílago que da al tejido volumen y turgencia.

Por esta razón, y por la gran variabilidad y movilidad temporal de los picos reproductivos, juzgamos que únicamente los estudios histológicos que contemplen el análisis de varias temporadas, pueden detectar con claridad periodos de franca expulsión, total o parcial. Seguramente, tal comportamiento está asociado a condiciones microambientales de tipo térmico o dinámico, aspectos que resta por determinar en investigaciones posteriores.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración y apoyo prestado en el campo, por el personal técnico del Centro de Investigación Pesquera del INP en Bahía Tortugas, y por pescadores de la Cooperativa Bahía Tortugas. El trabajo forma parte de los proyectos de investigación PCECBNA-021110, PCECCNA-050769 apoyados económicamente por el CONACYT, y por el Instituto Politécnico Nacional, DEPI-851167.

BIBLIOGRAFIA

- ALMANZA HEREDIA, E. y A. ALMANZA HEREDIA. 1988. Periodo reproductivo del caracol *Astraea undosa* en la Bahía de Todos Santos, B.C. VII Simposium Internacional de Biología Marina. La Paz, B.C.S. México.
- BELMAR-PEREZ, J. 1988. Estudio preliminar sobre la biología reproductiva y aspectos ecológicos de *Astraea undosa* Wood, 1828 (Mollusca, Gastropoda: Turbinidae). Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN México.
- BELMAR-PEREZ, J., S.A. GUZMAN DEL PROO e I. MARTINEZ MORALES. En Prensa. Madurez gonádica y ciclo reproductor de *Astraea undosa* (caracol panocha), Wood 1828, Gastropoda: Turbinidae, en Bahía Tortugas, B.C.S. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM México.
- BOOLOOTIAN, R.A., A. FARMANFARMAIAN and A.C. GIESE. 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol Bull. 121: 183-193
- CARDENAS BRACHINI, R., M. ANDRADE PATRON y A. VILLASEÑOR CASALES. 1971. Estudio gonadal del abulón comercial en el litoral occidental de la península de Baja California. Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de Baja California. México
- DE LA ROSA VELEZ, J., G. TORRES MOYE, A. SILVA LOERA, A. ALMANZA HEREDIA y E. ALMANZA HEREDIA. 1991. Evaluación integral de los recursos con potencial económico de la costa oeste de baja california: el caracol *Astraea undosa* (Mollusca: Gastropoda). Informe Académico. Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. México.
- GIESE, A.C. 1959. Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates. Ann. Rev. Physiol. 21:547-576
- GIORGI, A.E. and J.D. DeMARTINI. 1977. A study of the reproductive biology of the red abalone, *Haliotis rufescens* Swainson, near Mendocino, California. Calif. Fish and Game. Vol 63(2): 80-94
- GUZMAN DEL PROO, S.A. En Prensa. A review of the biology of abalone and its fishery in México. In: S.A. Shepherd, M.J. Tegner and S.A. Guzmán del Próo (eds.), Abalone of the world: Biology, Fisheries and Culture. Blackwells. Oxford.
- ORTIZ QUINTANILLA, M. 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre biología y pesca del abulón comercial de las Islas Cedros, Benitos y Guadalupe, B.C. Trabajos de Divulgación de la Dir. Gral. de Pesca. México. 11 (109): 1-43
- ORTIZ QUINTANILLA, M. y J.G. GONZALEZ. 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis* spp (Mollusca: Gasterópoda), a partir de colectas en el Rosario, Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California. Centro Regional de Investigación Pesquera, INP Documento Técnico Informativo No. 1. México.
- SEVILLA, M.L. 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens fulgens* Philippi. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México. XXXII: 129-139

- SEVILLA, M.L., H. HERNANDEZ, E. MONDRAGON, O. NOGUERA FARFAN, A. GIOVANINI y A. HERNANDEZ. 1965. Estudio histológico comparativo de algunos moluscos de importancia económica en México. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Dir. Gral. de Pesca, S.I.C. México.
- SHEPHERD, S.A. and H.M. LAWS. 1974. Studies on south australian abalone (genus *Haliotis*) II. Reproduction of five species. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 25: 49-62
- TUTSCHULTE, Th. and J.H. CONNELL. 1981. Reproductive biology of three species of abalone (*Haliotis*) in southern California. Veliger. Vol 23, No. 3: 195-206
- WEBBER, H.H. and A.C. GIESE. 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda: Prosobranchiata). Mar. Biol. 4:152-159
- YOUNG, J.S. and J.D. DeMARTINI. 1970. The reproductive cycle, gonadal histology, and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson). Calif. Fish and Game. Vol 56 (4): 298-309

ESTADO ACTUAL DE LOS ESTUDIOS SOBRE RECLUTAMIENTO DE POSTLARVAS DE LA LANGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE) EN EL CARIBE MEXICANO

Patricia Briones-Fourzán *

RESUMEN

La langosta *Panulirus argus* representa uno de los principales recursos pesqueros del estado de Quintana Roo en la costa del Caribe mexicano. La producción de langosta ha mostrado fluctuaciones marcadas a lo largo del tiempo. Con el objeto de conocer si dichas fluctuaciones están relacionadas con variaciones en las tendencias del reclutamiento de postlarvas (puerulos), éstas se han venido estudiando en la Bahía de la Ascensión, ubicada en la parte central de la costa de Quintana Roo, desde marzo de 1987. El estudio se basa en el asentamiento de postlarvas en colectores artificiales como un índice de reclutamiento. Se han detectado máximos en el índice de reclutamiento en el otoño (septiembre-octubre) durante los cinco años desde el inicio del estudio, y una gran variación en los valores anuales del índice, lo cual es característico de este tipo de especies marinas. Actualmente, se está recopilando información sobre factores físicos, tales como patrones de vientos, nivel del mar, y temperatura y fuerza de la corriente de Yucatán, que pudieran afectar a los estadios pelágicos de la especie e influir en un mayor o menor acercamiento de las postlarvas hacia la zona costera. Hasta el momento, solamente se han podido relacionar tres temporadas de captura con los índices de reclutamiento de puerulos dos años atrás, lo que no permite todavía establecer la naturaleza de la relación, aunque los resultados están siendo alentadores.

ABSTRACT

The spiny lobster *Panulirus argus* is one of the main fishing resources in the state of Quintana Roo, in the Mexican Caribbean coast. Lobster production has shown marked fluctuations throughout the time. To determine if these fluctuations are related to variations in the trends in postlarval (pueruli) recruitment, the latter have been studied in Bahía de la Ascensión, located in the central part of the coast of Quintana Roo, since March, 1987. This study is based on the settlement of pueruli on artificial collectors as a recruitment index. Maxima in the recruitment index have been detected during the autumn (September-October) in the five years from the beginning of the study, and a large variation in the annual indices has been found, a characteristic of this type of marine species. Currently, information is being gathered on physical factors, such as wind patterns, sea level, and temperature and strength of the Yucatan current, which could affect the pelagic stages of this species, and result in a higher or lower level of transportation of pueruli into the coastal zone. Until the present, it has been possible to relate three fishing seasons with the index of pueruli recruitment two years before, which does not allow yet to establish the nature of the relationship, although results are being encouraging.

INTRODUCCION

La pesca de la langosta *Panulirus argus* es la actividad primordial de los habitantes de la Colonia "Javier Rojo Gómez", ubicada en Punta Allen, Q.R. El área de pesca de la cooperativa local es la Bahía de la Ascensión (Fig. 1). La pesca de langosta se lleva a cabo en este lugar utilizando refugios artificiales, denominados "casitas", que constan de un marco elaborado con troncos de la palma local *Thrinax radiata*, y un "techo" de ferrocemento (Miller, 1982; Lozano *et al.*, 1989, 1991). Estos refugios se instalan sobre fondos cubiertos de vegetación marina, principalmente pastos (*Thalassia testudinum*) y son revisados periódicamente por los pescadores, quienes extraen

* UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación "Puerto Morelos". Cancún, Q.R.
Instituto Nacional de la Pesca. CRIP. Ensenada, B.C.

las langostas a partir de la talla mínima legal de 135 mm de longitud abdominal (74 mm de longitud cefalotorácica, LC). Este método de pesca ha demostrado ser de los más eficientes en la región (Seijo *et al.*, 1989).

El ciclo de vida de esta especie ha sido descrito por diversos autores (Buesa, 1965; Lyons, 1980, 1986). Las hembras ovígeras acuden a zonas cercanas a taludes, donde las corrientes marinas son más fuertes. Ahí eclosionan los huevos, dando origen a larvas planctónicas denominadas filosomas. Las filosomas llevan una vida oceánica durante seis a once meses, pasando por once estadios de desarrollo, tiempo en el cual son dispersadas por las corrientes. Al llegar al XI estadio, sufren una drástica metamorfosis, y la postlarva, llamada puerulo, se asemeja a la langosta adulta, pero es totalmente transparente y nadadora. Las postlarvas nadan hacia la costa, en donde se asientan en áreas someras sobre sustratos tales como raíces de mangle, pastos marinos (Witham *et al.*, 1968),

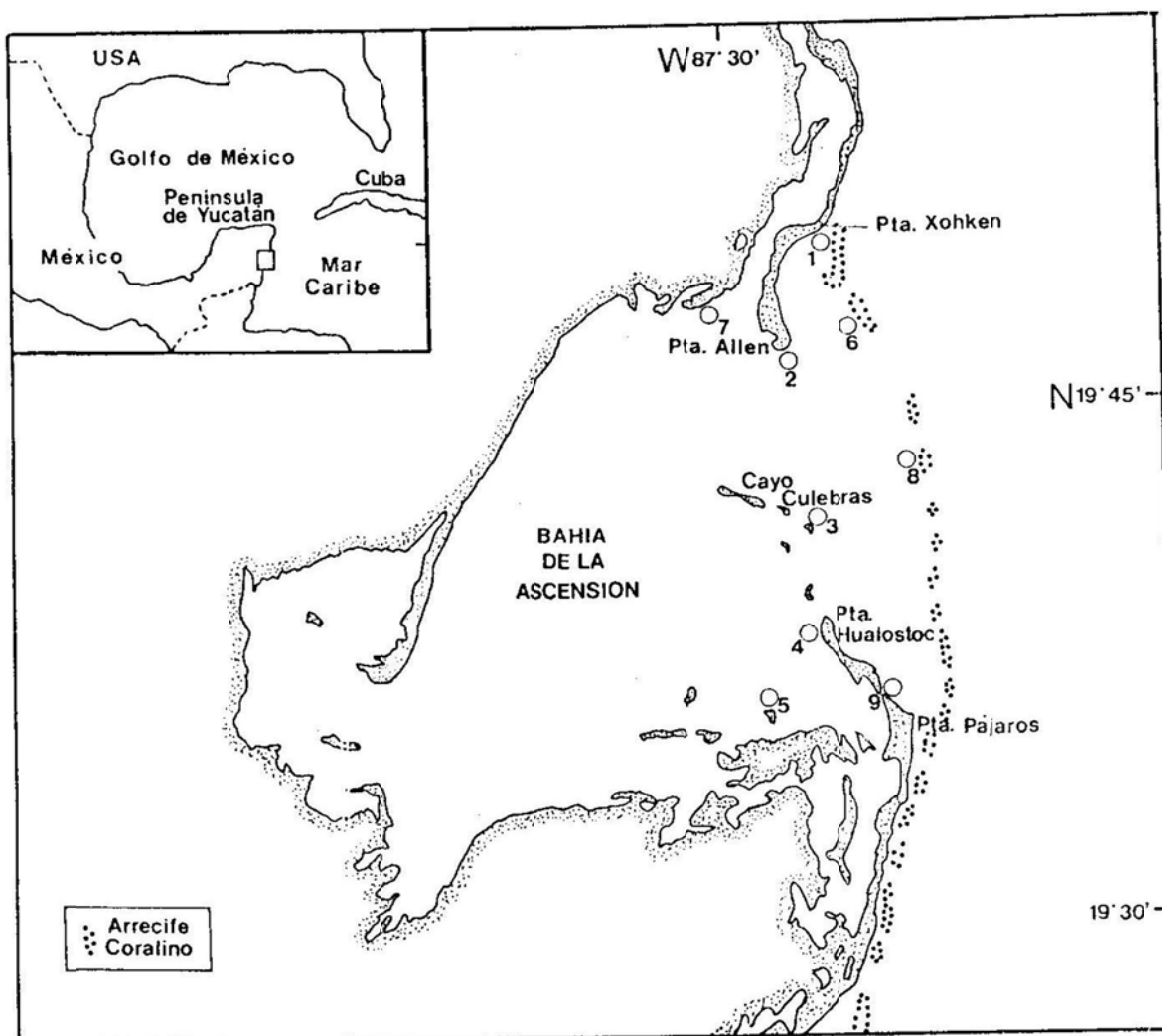


FIGURA 1. BAHIA DE LA ASCENSION. SE INDICAN LAS NUEVE ESTACIONES DE MUESTREO UTILIZADAS EN DIFERENTES MOMENTOS A LO LARGO DEL ESTUDIO.

y lechos de algas rodoñitas (Marx y Herrnkind, 1985), donde permanecerán por los siguientes dos o tres años de su vida. Una vez cercana la madurez sexual, las langostas se mueven hacia arrecifes coralinos o zonas de la plataforma continental más profundas, donde llevan a cabo la reproducción.

Debido a la larga duración y a la gran dispersión de las filosomas, los intentos por utilizar su abundancia en modelos de stock-reclutamiento no han tenido éxito. Sin embargo, en el caso de la especie *Panulirus cygnus* en Australia Occidental, la estrecha relación entre los niveles de asentamiento de puerulos y la subsecuente abundancia de reclutas a la pesquería ha permitido utilizar tales niveles de asentamiento como un indicador del posible nivel de capturas en la pesquería futura, (Hancock, 1981; Morgan *et al.* 1982). Empero, esto sólo ha podido hacerse después de disponer de una serie larga de datos precisos y de demostrar que existe una relación entre estos estadios del ciclo de vida (Phillips, 1986).

La Bahía de la Ascensión, con un área de aproximadamente 740 km², es un cuerpo de agua somero (1-6 m.), con grandes extensiones de vegetación marina (pastos y macroalgas verdes y rojas). La existencia de un arrecife coralino a corta distancia de su boca le confiere un carácter relativamente tranquilo a sus aguas. Debido a estas características, y al hecho de que la mayor parte de la captura de langosta en esta bahía está constituida por juveniles y subadultos (Lozano *et al.* 1991), surgió la idea de que, conociendo los patrones de asentamiento de las postlarvas de langosta, y obteniendo datos precisos sobre la producción de juveniles dos a tres años después (tiempo que tardan las postlarvas en alcanzar la talla mínima legal, Lozano *et al.*, 1991), podría investigarse la existencia de alguna relación que permitiera, con el tiempo, generar un modelo predictivo con base en los niveles de asentamiento de postlarvas, de manera similar a como se ha logrado en Australia Occidental.

Este trabajo resume los resultados obtenidos sobre los patrones temporales y los índices de reclutamiento de postlarvas en Bahía de la Ascensión a partir de 1987. El término "reclutamiento" se utiliza en este trabajo según el contexto ecológico, que lo define como el número de individuos que sobreviven hasta un estadio de vida determinado (Fogarty *et al.*, 1991).

MATERIAL Y METODOS

Diseño del colector

Existen en la literatura diversos modelos de colectores para puerulos (Witham *et al.*, 1968; Phillips, 1972; Booth, 1979), pero todos ellos se basan en las características de los sustratos favorecidos por las postlarvas para asentarse. Para el presente estudio, se diseñó un colector tomando como base el modelo de Phillips (1972), pero adecuándolo a *P. argus* y utilizando materiales de bajo costo. Con fines prácticos, se denominó a este colector "tipo GuSi". Una descripción detallada del colector se presenta en Gutiérrez-Carbonell *et al.* (en prensa). En términos generales, el colector GuSi consta de una cubeta de 20 l invertida, con su superficie exterior cubierta de mechones de fibra sintética ("filástica"), que simulan la vegetación sumergida. La flotabilidad del colector por debajo del nivel del agua se mantiene con un disco de poliuretano dentro de la cubeta invertida. El colector se fija con una cuerda de polipropileno a un peso de concreto (Fig. 2).

Estaciones y periodicidad de muestreo

Para que un programa de monitoreo sea sostenible, se debe contar con un número reducido de estaciones representativas. Para conocer el patrón estacional de postlarvas en la bahía, y de esta manera poder seleccionar las estaciones para el monitoreo a largo plazo, durante el primer año del estudio (marzo 1987-marzo 1988) se fijaron cinco estaciones de muestreo (estaciones 1-5, Fig. 1), con cinco colectores cada una. Para determinar las fechas de mayor entrada de postlarvas, los colectores se revisaron semanalmente, el día posterior a cada fase lunar. El segundo año de muestreo, (marzo de 1988 a marzo de 1989) se eliminaron las estaciones 4 y 5 y se establecieron otras cinco, dando un total de 7 (estaciones 1-3 y 6-9, Fig. 1), colocando cuatro colectores en cada estación. A partir de marzo de 1989, y con base en los resultados de los dos años anteriores, se seleccionaron dos estaciones (estaciones 1 y 6, Fig. 1) con una periodicidad mensual de muestreo, para el monitoreo a largo plazo.

Las postlarvas asentadas en cada colector se contaron en cada fecha de revisión, y fueron liberadas en localidades alejadas de los colectores. Durante el primer año, los resultados se estandarizaron como número de postlarvas/ colector/ fase lunar, y posteriormente como número de postlarvas/ colector/ ciclo lunar (es decir, un mes).

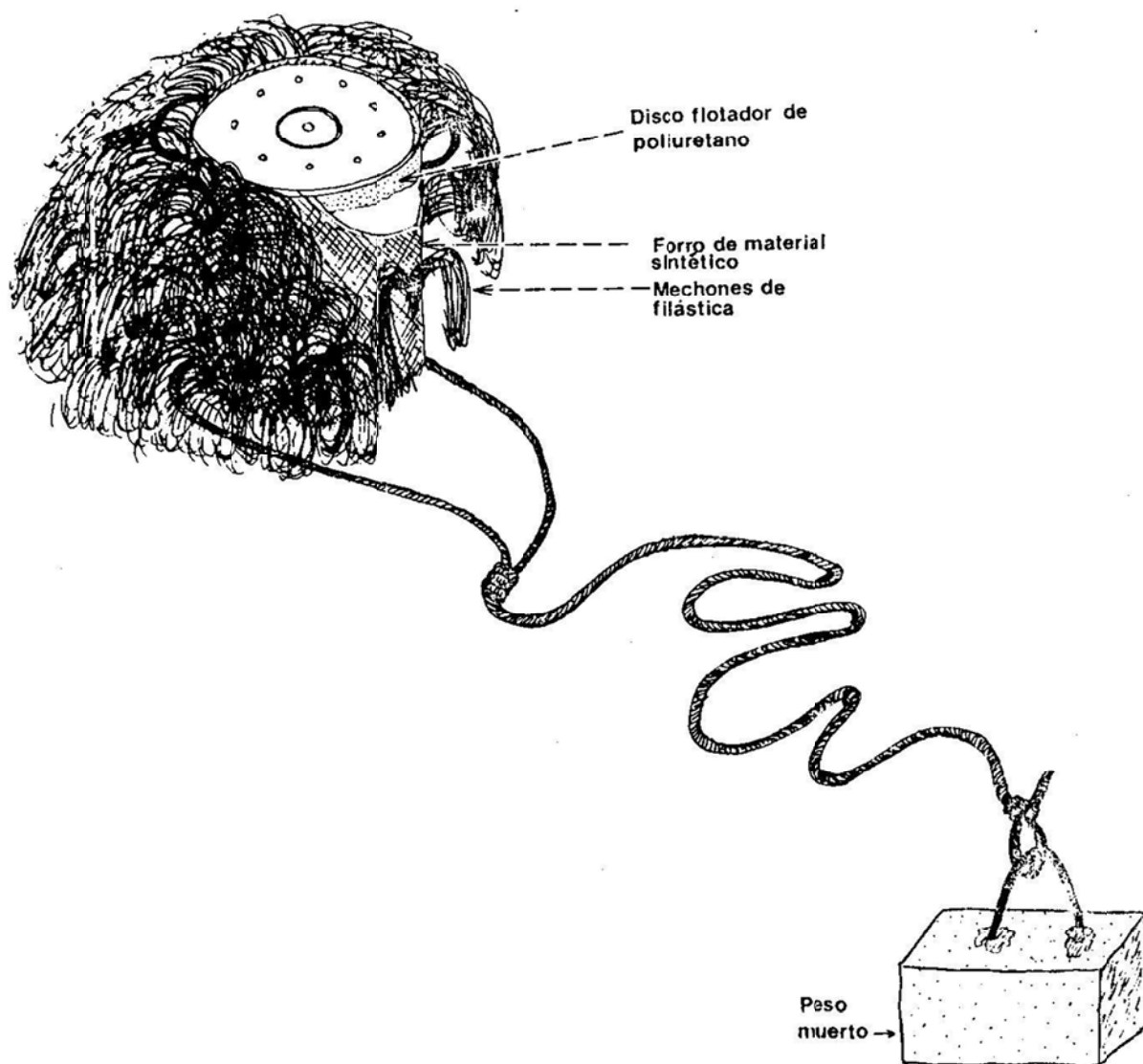


FIGURA 2. COLECTOR GuSi PARA POSTLARVAS DE LA LANGOSTA *Panulirus argus*, UTILIZADO EN EL PRESENTE ESTUDIO.

Toma de datos de la captura de langostas

Para obtener una información precisa y de primera mano sobre la captura de langostas obtenida en Bahía de la Ascensión, periódicamente se copian los datos de las boletas de entrega de langostas de cada pescador en la cooperativa local. Los datos se agrupan por periodos de 30 días. Esta aclaración es pertinente, ya que hasta 1988, la temporada de pesca de langosta se abría el 16 de julio para cerrarse el 15 de marzo, mientras que desde 1989 se abre el 1 de julio y se cierra el 28 de febrero.

RESULTADOS

Patrones espaciales

El desempeño del colector GuSi se comparó con el colector utilizado en Florida para postlarvas de la misma especie (Witham *et al.*, 1968; Little y Milano, 1978), y su eficiencia fue mayor (Gutiérrez-Carbonell *et al.*, en prensa). Durante el primer año de estudio, la estación 1 brindó el mayor número de postlarvas por colector, seguida de las estaciones 2 y 3. Las estaciones 4 y 5 tuvieron resultados muy pobres, por lo que fueron eliminadas al finalizar el primer año (Briones-Fourzán y Gutiérrez-Carbonell, en prensa, a).

Los resultados del segundo año de estudio permitieron confirmar a la estación 1 como un buen lugar para monitorear la entrada de postlarvas a la bahía (Fig. 3). La estación 9 también brindó resultados satisfactorios, pero su lejanía de Punta Allen la hacía logísticamente inapropiada. La estación 7 presentó valores ligeramente inferiores, pero su ubicación, por un lado cercana a Punta Allen, y por otro lado en una parte más interior de la bahía, con características diferentes de la estación 1, permitía establecer un punto de comparación sobre el nivel de llegada de postlarvas entre ambas estaciones a largo plazo (Briones-Fourzán y Gutiérrez-Carbonell, en prensa b).

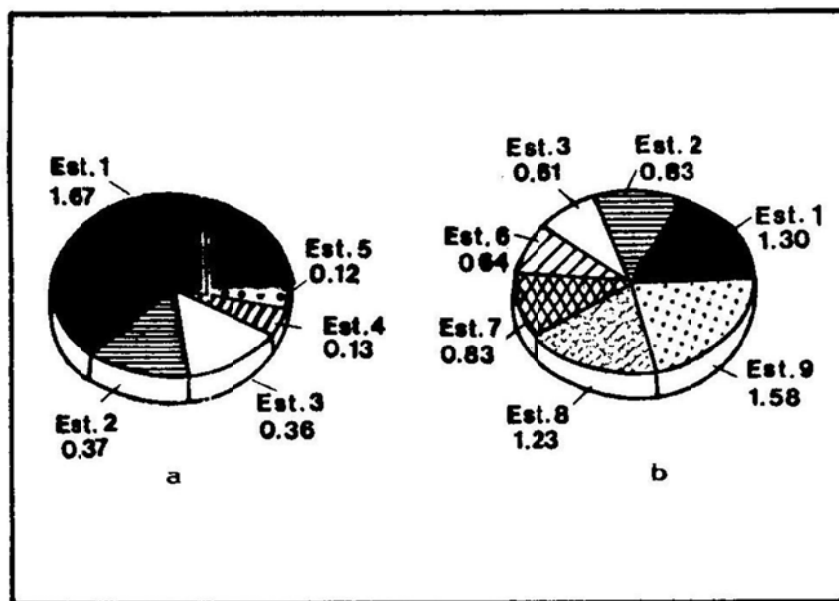


FIGURA 3. NUMERO DE POSTLARVAS (PROMEDIO ANUAL) POR COLECTOR OBTENIDO EN (a) LAS CINCO ESTACIONES DE MUESTREO DEL PRIMER AÑO DE ESTUDIO (MARZO 1987-FEBRERO 1988) Y (b) LAS SIETE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SEGUNDO AÑO DE ESTUDIO (MARZO 1988-MARZO 1989).

Con el tiempo, se ha observado que la estación 7 ha tenido amplias variaciones en sus niveles de postlarvas/colector, y resultados poco consistentes con relación a las épocas del año. Esto permite suponer que la llegada de postlarvas a esta localidad es más azarosa que a la estación 1, ubicada directamente por detrás del arrecife coralino, donde aparentemente hay entrada constante del agua de la corriente de Yucatán (Merino-Ibarra, 1987). Por tanto, la estación 1 se ha revelado como un lugar clave para monitorear el influjo de postlarvas a largo plazo.

Patrones temporales

Con respecto al patrón temporal, se observó que se obtenía un número significativamente mayor de postlarvas durante la fase oscura del ciclo lunar (luna nueva-cuarto creciente, Fig. 4), incluso en aquellas estaciones con poca incidencia de postlarvas (Briones-Fourzán y Gutiérrez-Carbonell, en prensa). Este resultado permitió seleccionar como fecha mensual de muestreo para los años siguientes, el día posterior a la fase de cuarto creciente.

A lo largo de los cinco años de estudio (1987-1991), se ha observado que hay entrada de postlarvas a la bahía (estación 1) durante prácticamente todo el año, con valores mínimos en invierno (enero-febrero) y máximos en el otoño (septiembre-octubre) (Fig. 5).

Relación entre el índice de reclutamiento de postlarvas y la captura de langosta en la bahía

En la figura 6 se aprecia que la captura de langosta en Bahía de la Ascensión ha presentado amplias variaciones en los últimos años. La captura de langosta en la bahía presenta cada temporada sus valores máximos en el primer mes después de la apertura de la temporada (Fig. 7). El comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo es similar (Lozano *et al.*, 1991), y estos autores sugieren que esto se debe a una posible acumulación de langostas dentro de los refugios artificiales durante la temporada de veda. Con base en esto, se decidió tentativamente relacionar el índice anual de reclutamiento de postlarvas (número de postlarvas/colector/año) de la estación 1 con el valor de la captura de langosta del mes de julio dos años después, como un índice de la captura. Esto limita

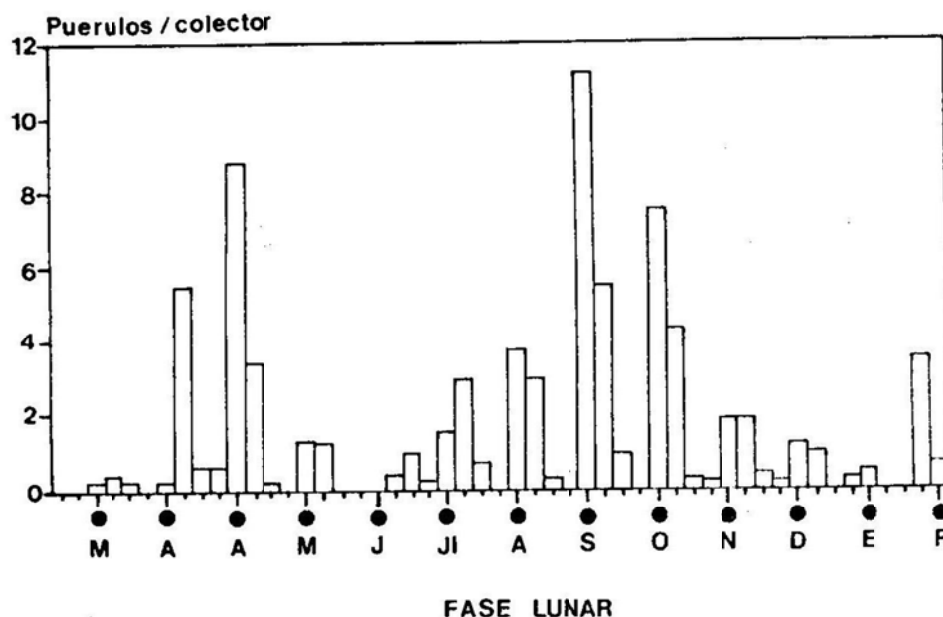


FIGURA 4. NUMERO DE POSTLARVAS POR COLECTOR POR FASE LUNAR, ESTACION 1 (MARZO 1987-MARZO 1988). LOS CIRCULOS NEGROS INDICAN LAS LUNAS NUEVAS.

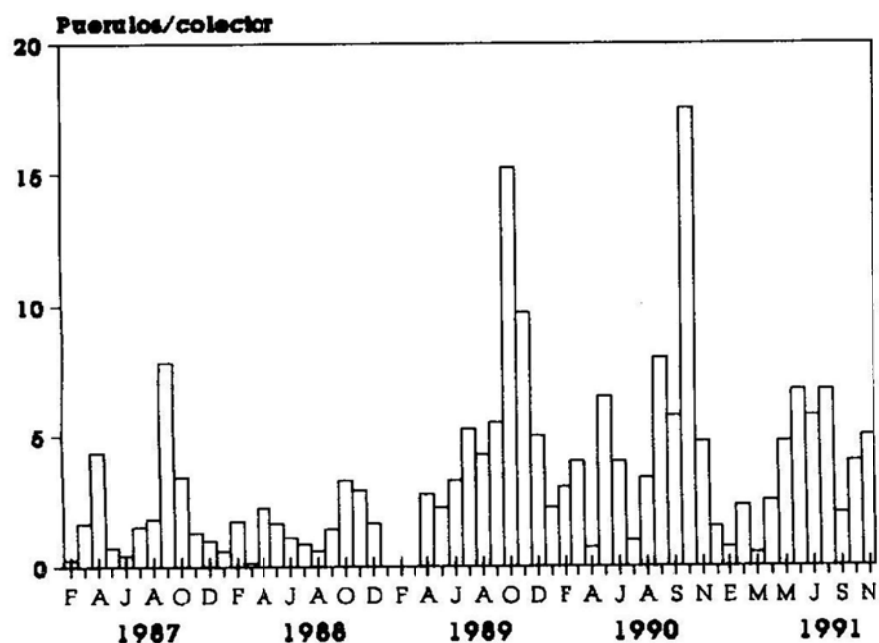


FIGURA 5. NUMERO MENSUAL DE POSTLARVAS POR COLECTOR OBTENIDO EN LA ESTACION 1, MARZO DE 1987 A DICIEMBRE DE 1991.

en la actualidad el número de relaciones a tres: índice de puerulos de 1987, 88 y 89 con el índice de captura (julio) de 1989, 90 y 91 (Fig. 8).

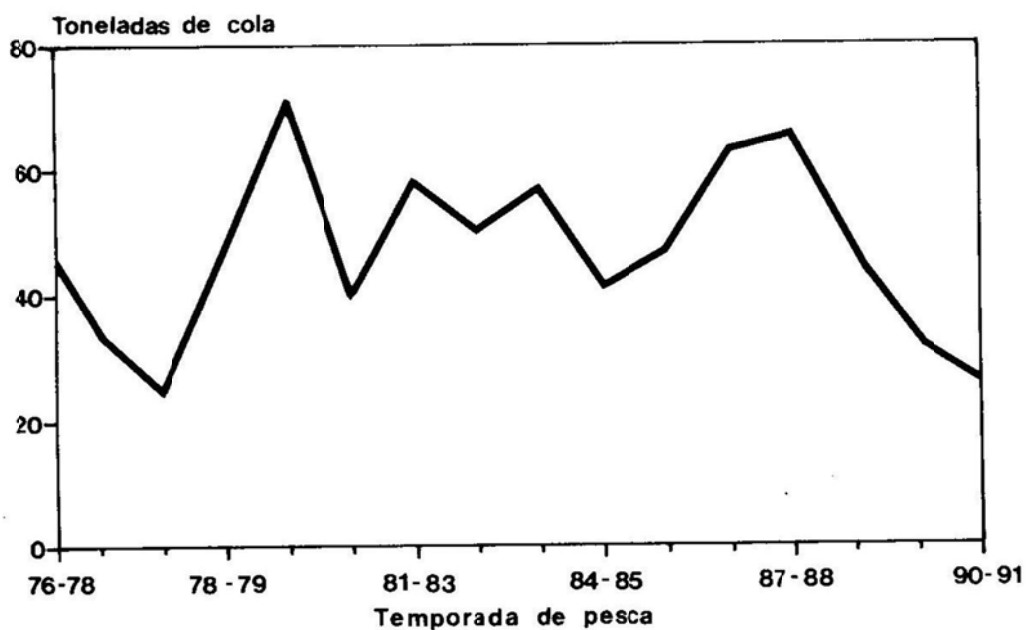


FIGURA 6. PRODUCCION ANUAL DE COLA DE LANGOSTA EN BAHIA DE LA ASCENSION, Q.R., POR LA COOPERATIVA "PESCADORES DE VIGIA CHICO", UNICA QUE OPERA EN LA BAHIA.

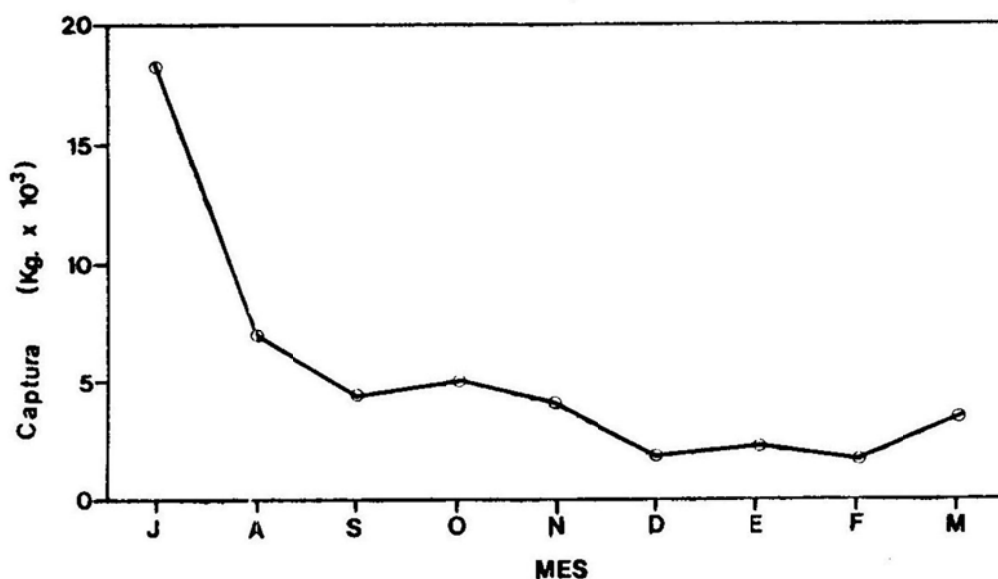


FIGURA 7. PRODUCCION DE COLA DE LANGOSTA EN BAHIA DE LA ASCENSION POR PERIODOS DE 30 DIAS, (PROMEDIO DE LAS TEMPORADAS DE PESCA 1982-83 A 1990-91).

DISCUSION

Los valores de reclutamiento significativamente mayores durante la fase oscura del ciclo lunar, son consistentes con lo reportado para *P. argus* en otras localidades geográficas (Witham *et al.*, 1968; Sweat, 1968; Little, 1977; Monterrosa, 1987), así como para otras especies de langosta, tales como *P. cygnus* (Phillips, 1975) y *P. marginatus* (MacDonald, 1986).

Los resultados de la estación 1 durante los cinco años considerados muestran un pico en el reclutamiento de postlarvas durante el otoño (septiembre-octubre). En esta misma especie, Little (1977) encontró picos de reclutamiento en primavera y otoño en los cayos de Florida, al igual que Peacock (1974) en Antigua y Barbuda, mientras que Monterrosa (1987) y Ward (1987) reportaron máximos de reclutamiento de puerulos a finales de verano y principios de otoño. Sin embargo, después de analizar datos colectados por diversos autores durante varios años, Marx (1986) concluyó que no existía una tendencia estacional consistente en el patrón de reclutamiento de postlarvas de *P. argus* en Florida. Sin embargo, ninguno de los estudios analizados por Marx cubrió una serie de tiempo lo suficientemente larga para detectar patrones temporales importantes, y en muchos casos, no existió continuidad en lo referente a las estaciones de muestreo. Debido a la complejidad de los patrones de circulación del agua en el Caribe (Merino-Ibarra, 1987), se requiere monitorear estos picos en el reclutamiento durante varios años seguidos (Phillips, 1986), con el objeto de detectar variaciones interanuales que pudieran relacionarse con eventos hidrográficos de gran escala.

Por ejemplo, durante los primeros dos años de este estudio, el índice anual de puerulos por colector en la estación 1 fue bajo, mientras que los dos siguientes años se obtuvo un valor mayor, y el quinto año ha sido intermedio. Phillips (1986) reportó una gran variabilidad interanual en los valores obtenidos en Australia Occidental: en un periodo de 14 años el valor máximo fue 11.5 veces mayor que el mínimo. Pearce y Phillips (1988) sugieren que los procesos oceánicos que influyen en el reclutamiento de puerulos de *P. cygnus* a lo largo de la costa de Australia Occidental, operan a escalas espaciales del orden de cientos de kilómetros y a escalas temporales de varios meses a años. Asimismo, Phillips *et al.* (1991) demostraron que, en el caso de *P. cygnus*, existe una correlación alta entre algunos factores ambientales (como el índice de la oscilación del sur, el nivel

del mar, la temperatura y la salinidad superficial del agua), y las variaciones mensuales y anuales de asentamiento de puerulos en varias estaciones de muestreo. Es decir que el reclutamiento de postlarvas a lo largo de una distancia de varios cientos de kilómetros en Australia Occidental es aparentemente afectado por fuerzas similares.

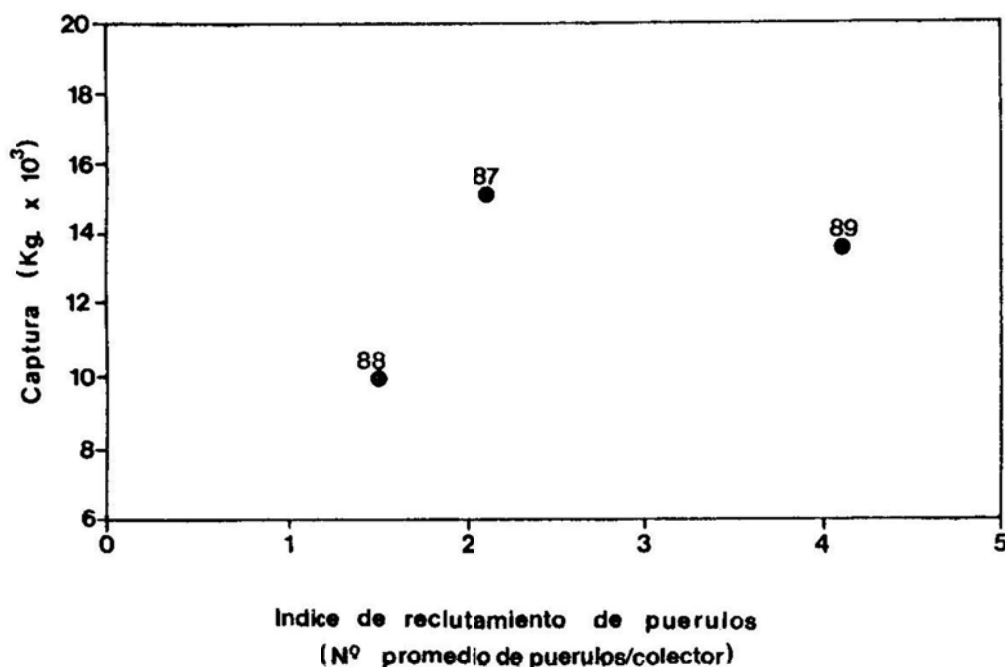


FIGURA 8. RELACION ENTRE EL INDICE DE PUERULOS (NUMERO PROMEDIO ANUAL DE PUERULOS POR COLECTOR EN LA ESTACION 1) Y EL INDICE DE CAPTURA DE LANGOSTA (PRODUCCION DE COLA DE LANGOSTA DEL MES DE JULIO) DOS AÑOS DESPUES.

En el presente estudio, se desconocen aún los factores que determinan el patrón temporal de reclutamiento de postlarvas de *P. argus*. No se ha observado ninguna relación clara con la temperatura y la salinidad superficial tomada en las mismas estaciones de muestreo. Es más factible que los parámetros que tengan alguna relación con el patrón de reclutamiento, sean aquellos que actúan por fuera del arrecife coralino, y que afecten a los estadios pelágicos de esta especie. Actualmente se está iniciando la recopilación de información sobre patrones de vientos, nivel del mar, temperatura superficial y fuerza de la corriente de Yucatán, datos escasos y dispersos. Quizá en el futuro cercano se pueda determinar cuáles de estos factores presentan una relación clara con las variaciones temporales en el índice de asentamiento de puerulos.

Aún se tienen pocos datos sobre la relación entre el índice de puerulos y la pesca de juveniles, por lo que no es posible todavía determinar si, en efecto, tal relación existe y es consistente. Los primeros tres puntos de lo que se espera sea una larga serie, parecen dar indicaciones positivas (Fig. 8). Sin embargo, aún deben refinarse las técnicas numéricas empleadas. Por ejemplo, el índice de puerulos se está tomando como el promedio anual del año calendario, es decir, de enero a diciembre, y el índice de captura toma en cuenta solamente el mes de julio. Cuando se cuente con más datos, se harán análisis de correlación con diferentes combinaciones de tiempos, ya que puede darse el caso de que existan retrasos de varios meses entre los índices (Pearce y Phillips, 1988). De cualquier manera, los resultados de este estudio están siendo satisfactorios, y actualmente se está extendiendo el muestreo de puerulos a otras áreas de la costa de Quintana Roo, para contar con información de reclutamiento en una extensión espacial más amplia. Además, algunos de los puerulos que se obtienen en los colectores se han

estado utilizando para estudios experimentales sobre el crecimiento y el comportamiento de estos organismos (Simón-Díaz, en preparación; Negrete-Soto, en preparación).

Por último, es deseable extender este tipo de estudios a otras especies de langostas en México. Para ello, se debe tomar en cuenta el tipo de sustratos en los que se asientan normalmente las postlarvas, con el objeto de seleccionar el tipo de colector más adecuado a cada especie. Por ejemplo, en Baja California, los juveniles pequeños de *Panulirus interruptus* se encuentran en áreas cubiertas por la fanerógama *Phyllospadix torreyi* (Díaz-Arredondo, 1989), por lo que el colector utilizado en el presente trabajo podría ser de utilidad para un estudio de reclutamiento de postlarvas de dicha especie.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a las siguientes personas, por su colaboración en el trabajo de campo y/o laboratorio: David Gutiérrez, Jorge Simón, Fernando Negrete, Enrique Lozano, Martha Fonseca, Gabriela Contreras, Félix Colinas y MariCarmen Martínez; y a Carmen Becerril por la elaboración de las figuras. Este trabajo se ha realizado con apoyo del World Wildlife Fund-U.S. a través de la Asociación de Amigos de Sian ka'an, A.C.

LITERATURA CITADA

- BOOTH, J.D. 1979. Settlement of the rock lobster *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) at Castlepoint, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshwat. Res. 13: 395-406.
- BUESA, R.M. 1965. Biology and fishing of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille). Pags. 62-77 in: A.S. Bogdanov, ed. Societ-Cuban Fishery Research. Translated from Russian by Israel Program for scientific Translations, Jerusalem, 1969 (TT69-59016).
- BRIONES-FOURZAN, P. and D. GUTIERREZ-CARBONELL. Postlarval recruitment of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Bahía de la Ascensión, Q.R., México. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 41: (In press, a).
- BRIONES-FOURZAN, P. y D. GUTIERREZ-CARBONELL. Variaciones en el patrón de reclutamiento de postlarvas de la langosta *Panulirus argus* en Bahía de la Ascensión, México. Proceedings of the International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries, La Habana, Cuba, 12-16 June, 1990. (En prensa, b).
- DÍAZ-ARREDONDO, M.A., 1989. Hábitos alimenticios de la langosta roja (*Panulirus interruptus* Randall, 1840) en el área de Bahía Tortugas, Baja California Sur. Tesis profesional, ENEP-Iztacala, Univ. Nal. Autón. México, 75 p.
- FOGARTY, M.J., M.P. SISSEWINE and E.B. COHEN. 1991. Recruitment variability and the dynamics of exploited marine populations. Trends in Ecol. and Evol. 6 (8): 241-246.
- GUTIERREZ-CARBONELL, D., J. SIMÓN-DÍAZ and P. BRIONES-FOURZAN. A simple collector for postlarvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 41: (In press).
- HANCOCK, D.A. 1981. Research for management of the rock lobster fishery of Western Australia. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 33: 207-229.
- LITTLE, E.J. 1977. Observations on recruitment of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the south Florida coast. Fla. Mar. Res. Publ. 29: 35 p.
- LITTLE, E.J. and G.R. MILANO. 1980. Techniques to monitor recruitment of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the Florida Keys. Fla. Mar. Res. Publ. 37: 16 p.
- LOZANO-ALVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZAN y B.F. PHILLIPS, 1989. The spiny lobster fishery in Bahía de la Ascensión, Q.R., México. In: E. Chávez, ed. Proceedings of the Workshop Australia-Mexico on Marine Sciences, July 6-17, 1987, Mérida, México. Centro de Investigación y Estudios Avanzados-Universidad Mérida: 379-391.

- LOZANO-ALVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZAN and B.F. PHILLIPS. 1991. Fisheries characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascensión, Mexico. Fish. Bull. 89: 79-89.
- LYONS, W.F., 1980. The postlarval stage of scyllaridean lobsters. Fisheries, 5 (4): 47-49.
- LYONS, W.F. 1986. Problems and perspectives regarding recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the south Florida fishery. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 2099-2106.
- MARX, J.M. 1986. Settlement of spiny lobster, *Panulirus argus*, pueruli in South Florida: an evaluation from two perspectives. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 2221-2227.
- MARX, J.M. and W.F. HERRNKIND. 1985. Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. Bull. Mar. Sci. 36: 423-431.
- MacDONALD, C.D. 1986. Recruitment of the puerulus of the spiny lobster *Panulirus marginatus* in Hawaii. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 2118-2125.
- MERINO-IBARRA, M. 1987. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 13 (2): 31-46.
- MILLER, D.L. 1982. Construction of shallow-water habitat to increase lobster production in México. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 34: 168-179.
- MONTERROSA, O.E. 1987. Postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille) in south-western Puerto Rico. Paper presented at the 40th. Ann. Meeting of the Gulf Caribb. Fish. Inst., Curaçao, N.A., November 1987.
- MORGAN, G.R., B.F. PHILLIPS and L.M. JOLL. 1982. Stock and recruitment relationships in *Panulirus cygnus*, the commercial rock (spiny) lobster of Western Australia. Fish. Bull. 80: 475-486.
- NEGRETE-SOTO, F. Crecimiento de juveniles de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en cautiverio. Tesis de Maestría (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos), Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. (En preparación).
- PEACOCK, N.A. 1974. A study of the spiny lobster fishery of Antigua and Barbuda. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 26: 117-130.
- PEARCE, A.F. and B.F. PHILLIPS. 1988. ENSO events, the Leeuwin current, and larval recruitment of the western rock lobster. J. Cons. int. Explor. Mer 45: 13-21.
- PHILLIPS, B.F. 1972. A semi-quantitative collector of the puerulus larvae of the western rock lobster *Panulirus longipes cygnus* George (Decapoda: Palinuridae). Crustaceana 22: 147-154.
- PHILLIPS, B.F. 1975. The effect of water currents and the intensity of moonlight on catches of the puerulus larval stage of the western rock lobster. CSIRO (Australia) Div. Fish. Oceanogr. Rep. 63: 9 p.
- PHILLIPS, B.F. 1986. Prediction of commercial catches of the western rock lobster *Panulirus cygnus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 2126-2130.
- PHILLIPS, B.F. and N.G. HALL. 1978. Catches of puerulus larvae on collectors as a measure of natural settlement of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. CSIRO (Australia) Div. Fish. Oceanogr. Rep. 89: 18 p.
- PHILLIPS, B.F., A.F. PEARCE and R.T. LITCHFIELD. 1991. The Leeuwin current and larval recruitment to the rock (spiny) lobster fishery off Western Australia. J. Roy. Soc. West. Australia 74: 93-100.
- SEJO, J.C., S. SALAS, P. ARCEO y D. FUENTES. 1989. Análisis bioeconómico comparativo de la pesquería de langosta *Panulirus argus* de la plataforma continental de Yucatán. FAO Fish. Rep. No. 431, Suppl.: 39-58.

- SIMONIN-DIAZ, J. Observaciones sobre el reclutamiento, crecimiento y hábitos de puerulos y primeros estadios juveniles de la langosta del Caribe, *Panulirus argus* (Latreille, 1804). Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. (En preparación).
- SWEAT, D.E. 1968. Growth and tagging studies on *Panulirus argus* (Latreille) in the Florida Keys. Fla. Board Conserv. Mar. Lab. Tech. Ser. 57: 30 p.
- WARD, J. 1987. Patterns of settlement of spiny lobster *Panulirus argus* postlarvae at Bermuda. Paper presented at the 40th. Ann. Meeting of the Gulf Caribb. Fish. Inst., Curaçao, N.A., November 1987.
- WITHAM, R.R., R.M. INGLE and E.A. JOYCE, Jr. 1968. Physiological and ecological studies on *Panulirus argus* from the St. Lucie estuary. Fla. Board Conserv. Mar. Lab. Tech. Ser. 53: 31 p.

FIJACION Y RECLUTAMIENTO DE *Argopecten circularis* (SOWERBY, 1835) EN LA PESQUERIA DE BAHIA MAGDALENA, B.C.S., MEXICO

Esteban Fernando Félix-Pico *
Federico Andrés García-Domínguez *
Rodolfo Morales-Hernández **

RESUMEN

Los estudios de captación de semilla silvestre de la almeja catarina *Argopecten circularis* con colectores artificiales, se iniciaron desde 1989 a 1990 en tres zonas del sistema lagunar de Bahía Magdalena. La captación de semilla resultó tener una gran variación con relación a la temporada y las zonas. De ser posible relacionar el suceso anual de captación de semilla con el reclutamiento a la pesquería en los años próximos, esto ayudaría a predecir y tener una mejor administración del recurso. En 1989 y 1990, por medio de arrastre con red tipo chango y buceo se realizaron prospecciones que mostraron un abundante reclutamiento en casi todas las áreas de la bahía, lo cual podría estar relacionado con la abundancia de captación de semilla en 1989. Se registran dos desoves que ocurren en la primavera y el verano. La fijación de semilla en verano ocurrió durante septiembre de 1989 y en primavera durante mayo de 1990. Los resultados de la captación de semilla mostraron en verano los máximos valores promedio de 10,000 a 12,000 fijaciones por bolsa colectora.

ABSTRACT

Settlement of scallop (*Argopecten circularis*) spat on artificial collectors was studied from 1989 to 1990 on the Pacific coast of Baja California Sur. Settlement showed a high temporal and spatial variation. If the annual settlement could be related to recruitment of the fishery in later years, this would provide a very useful predictive tool for fishery management. In 1989 and 1990, trawling and diver surveys shown a recruitment of scallops in all areas of Bahía Magdalena, which could be related to an abundance settlement of spat in 1989. Two major spawnings occurred in the spring and summer, March-April and July-August. Larval settlement was detected in the bay following the summer spawning in September 1989 and the spring spawning in May 1990. The settlement resulting from the major summer spawning was between 10,000 to 12,000 spat per bag.

INTRODUCCION

La pesquería de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena tiene su inicio a principios de 1989. Con la captura comercial que permaneció durante dos años fue posible realizar un estudio sistemático colectando muestras mensuales. Se puede considerar que las capturas de Bahía Magdalena correspondieron en más de 88.3 % de la captura total registrada en Baja California Sur.

La aparición de nuevas poblaciones (megapoblación) en la zona de extracción comercial de Bahía Magdalena, motivó el inicio de estudios sobre la variación de la abundancia y distribución de la almeja durante un ciclo anual, así como la variación de las características poblacionales tales como estructura de tallas y factores de madurez y condición. Es importante señalar la presencia del desove bianual estacional, el cual presentó dos pulsos de reclutamiento. Se registraron datos de parámetros ambientales, como temperatura, salinidad y oxígeno.

Es importante señalar que el colapso repentino de una megapoblación sucede cuando se ejerce sobrepesca sobre una especie que forma bancos densos y que está sometida a una fuerte depredación. El caso de la almeja catarina en Bahía Magdalena resulta un claro ejemplo.

* CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México

** Secretaría de Pesca, Dirección de Acuicultura, La Paz, B.C.S. México.

MATERIALES Y METODOS

Por medio de arrastres con red de prueba del tipo chango y de la captura comercial de almeja catarina, en tres localidades seleccionadas del sistema lagunario de Bahía Magdalena (Fig. 1), se colectaron en total 928 almejas catarinas. El periodo de muestreo con el primer método comprendió desde julio de 1988 a junio de 1989; el muestreo de la captura comercial se inició desde febrero de 1989 a enero de 1990. El material fue fijado en formol al 10% y etiquetado. La profundidad en la cual se obtuvieron los organismos quedó comprendida entre los 10 y 25 m.

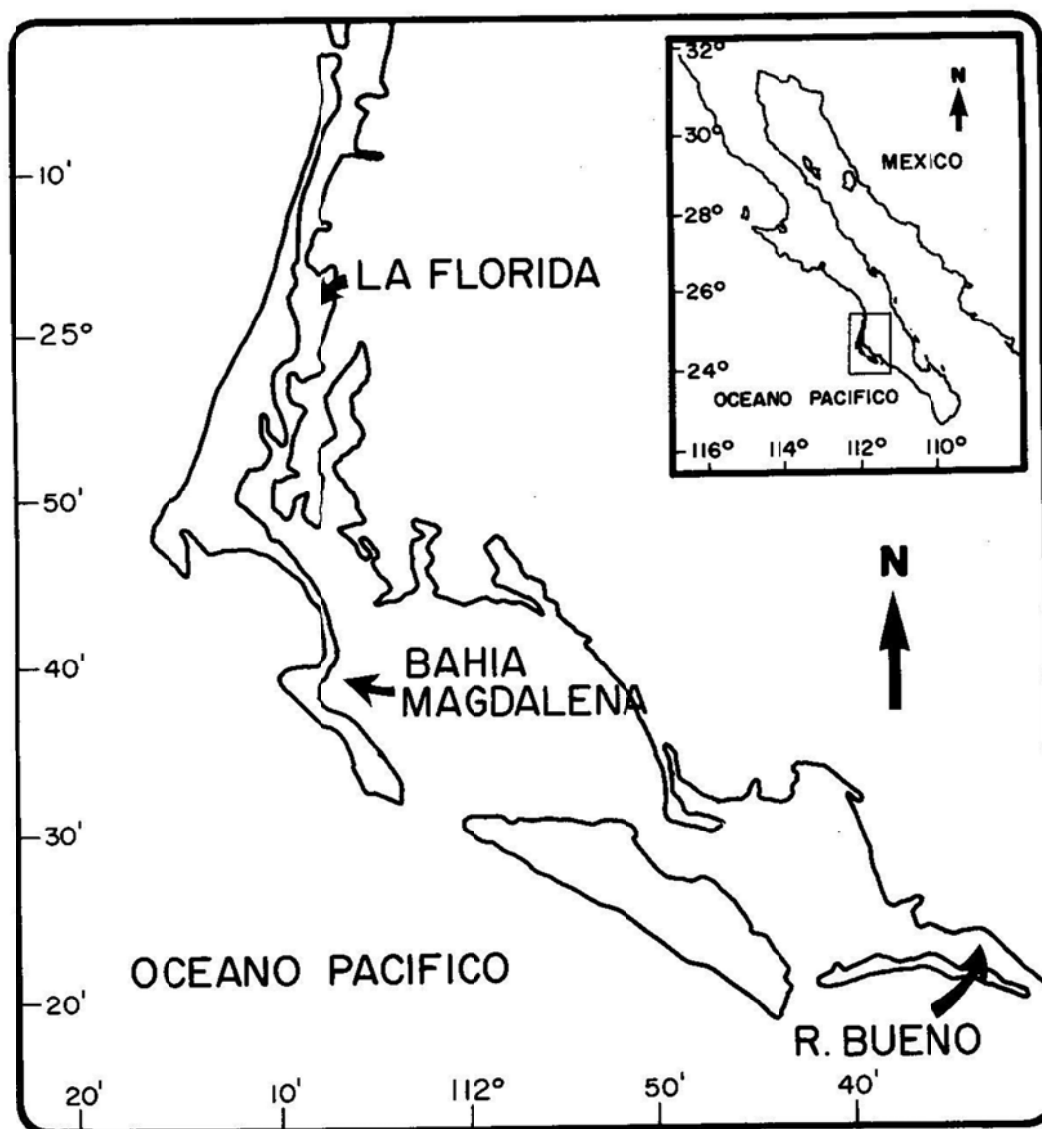


FIGURA 1. LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO HIDROBIOLOGICO Y DE LAS INSTALACIONES DE COLECTA DE SEMILLAS EN BAHIA MAGDALENA, B.C.S.

Para el caso del análisis de la gónada, se procedió de la manera siguiente: por la facilidad y rapidez del manejo, antes de pasar al tratamiento de separación de las gónadas, de cada ejemplar se registraron características morfológicas, como longitud total, altura y ancho de la concha (mm); los pesos húmedos, como el total, de la masa visceral, del músculo y de la gónada (+ 0.01 g).

En cada una de las estaciones se registraron los parámetros de salinidad, temperatura y oxígeno superficial y de fondo; se observaron las condiciones climáticas, así como el estado del mar.

El procesamiento de los datos consistió en la separación de los grupos de edades en base a la frecuencia de tallas, utilizando la técnica descrita y programada por Pauly (1987), que lleva el nombre de ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) basándose en la frecuencia de tallas mensuales. El programa es para PC compatibles escrito en BASIC, versión 3 (1990).

RESULTADOS

Características oceanográficas.

En el área de estudio (Fig. 1) la profundidad en el agua varía de 10 a 25 m, desde el bajo hacia el canal de navegación, y una amplitud de mareas de 3.5 m máximo. Las temperaturas estacionales en el agua del fondo varía entre 14.5° a 29°C, las salinidades oscilan entre los 34.5 y 37 o/oo, el oxígeno disuelto varió de 8.4 a 10.9 mg/l. La transparencia del agua va de los 5 a 12 m. Las corrientes de mareas observadas fueron de 0.05 m/seg a 1.0 m/seg. El fondo se caracteriza por su composición de arenas medias, bajo contenido en arcilla y pedazos de conchas.

Reclutamiento.

En la Tabla 1 se registran los datos de capturas mensuales en los dos años de estudio: se observan dos periodos de captura, con un veda durante el mes de mayo de 1989. El primer periodo de enero a abril, presentó un pico máximo de 3,177 ton. de peso vivo total, que correspondieron a 353 ton. de callo. Un segundo periodo presentó un máximo de producción durante el mes de octubre alcanzando un valor de 4,044 ton. o 449 ton. de callo. Los cálculos de individuos por kg. de callo arrojan una cantidad total de 606 millones de almejas extraídas.

De la misma manera para el año de 1990, el periodo de captura se registró de marzo hasta octubre, con máxima producción en abril con 5,292 ton. de peso vivo total; esta temporada representaron un total de 321 millones de almejas (Tabla 1). La estimación del porcentaje de reclutamiento en base a la frecuencia de tallas y madurez se observa con dos pulsos máximos en el año (Fig. 2).

TABLA 1. REGISTROS DE EXPLOTACION MENSUAL DE ALMEJA CATARINA POR LAS OFICINAS DE REGULACION EN EL AREA DE BAHIA MAGDALENA, B.C.S., DURANTE LOS AÑOS DE 1989 Y 1990.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTALES
Kg de callo	173	221	353	298	0	101	331	171	299	449	27	464	2886.5
Kg almeja c/c	1553	1992	3177	2684	0	911	2975	1536	2687	4044	246	4172	25978.5
Almeja/kg callo	151	160	133	319	0	307	159	214	269	241	212	185	213.6
Almeja (millones)	29	36	47	95	0	31	53	7	80	108	6	86	606.7
PRODUCCION PARA 1990													
Kg de callo	0	0	107	588	553	276	689	522	43	40	0	0	2818.0
Kg almeja c/c	0	0	963	5292	4977	2484	6201	4698	387	360	0	0	25362.0
Almeja/kg callo	0	0	127	173	96	104	93	89	151	275	0	0	138.5
Almeja (millones)	0	0	13	102	53	29	64	46	6	8	0	0	321.0
Reclutamiento (%)	0	0	8	34	84	17	0	62	20	4	0	0	

Indice gonádico.

En el análisis del índice gonádico (IG) los resultados se pueden observar en la figura 2, donde a partir del mes de marzo, el IG presenta un incremento de 7.5 a un valor máximo de 8.3 en abril. El comportamiento del IG en los meses siguientes disminuyó a un mínimo de 6.1 en junio, para posteriormente ascender a 7.5 en julio, y finalmente descender al mínimo de 5.0 en octubre.

Las observaciones histológicas fueron hechas durante marzo a octubre de 1990. Los ovarios presentaron gametogénesis (fase II) con células bien definidas, ésto ocurrió en la mayoría de los individuos. El principal periodo de desove (fase IV) ocurrió en abril y mayo.

El primer estadio notable en recuperación fue la fase II; la gametogénesis continuó durante todo el verano, predominando de junio a agosto, así que en julio las gónadas estaban de nuevo llenas (fase III) o maduras. Consecuentemente, los desoves ocurrieron a finales de agosto (periodo de desove de verano o fase V).

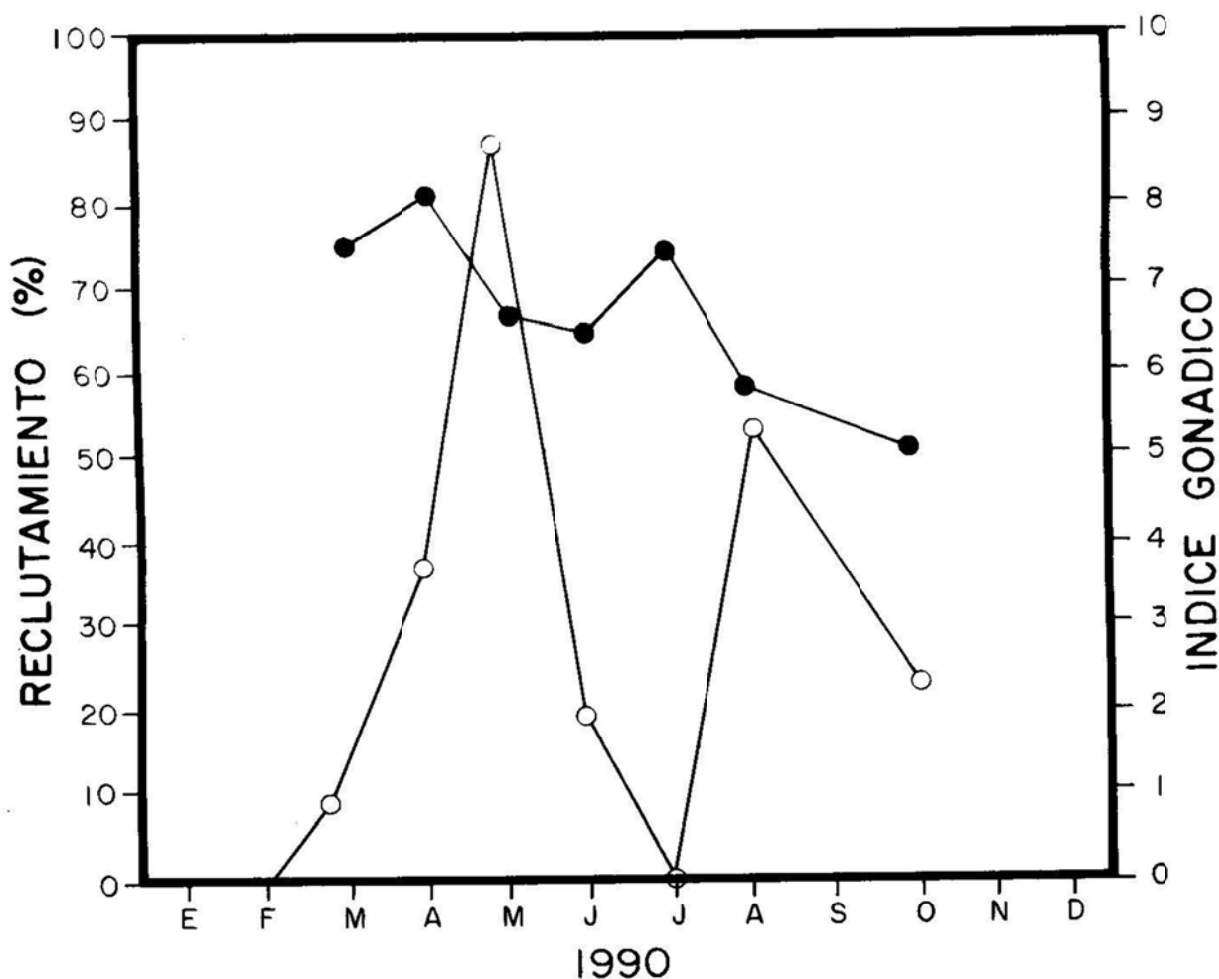


FIGURA 2. DISTRIBUCION DEL PORCENTAJE ESTIMADO DE RECLUTAMIENTO A LA PESQUERIA EN BASE A LOS VALORES DE INDICE GONADICO DE *Argopecten circularis*, DURANTE LOS MESES QUE FUERON MUESTREADAS LAS CAPTURAS COMERCIALES EN BAHIA MAGDALENA, B.C.S.

Captación de semilla de almeja.

En Bahía Magdalena, se inició la instalación de colectores en julio de 1989 en tres áreas conocidas como La Florida, frente al Puerto Magdalena y Rancho Bueno, encontrándose un patrón de fijación bianual. Los principales pulsos de desove ocurrieron durante la primavera y verano, marzo-abril y julio-agosto. El asentamiento larval fue detectado para el área de Bahía Magdalena en septiembre de 1989 y durante junio y agosto del siguiente año. La máxima captación de semilla registrada correspondió a los meses de agosto a octubre con valores promedio entre 6,000 a 12,000 semillas por bolsa (Fig. 3).

En las zonas de canales el patrón de fijación se presentó diferente: para La Florida, la máxima captación de semilla registrada correspondió a los meses de abril a junio con valores promedio entre 4,000 a 9,000 semillas por bolsa; en Rancho Bueno, la máxima captación de semilla registrada correspondió a los meses de febrero a abril con valores promedio entre 2,000 a 6,000 semillas por bolsa (Fig. 3).

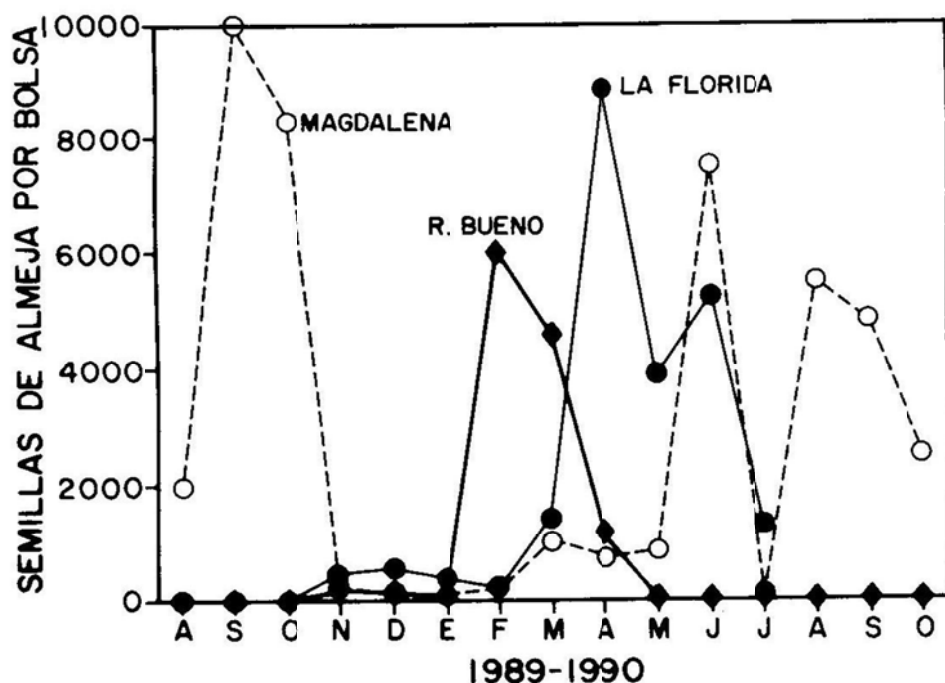


FIGURA 3. PERIODOS DE CAPTACION Y VALORES PROMEDIO DE SEMILLA OBTENIDA POR COLECTOR DE ALMEJA CATARINA EN LAS TRES ESTACIONES REPRESENTATIVAS DEL SISTEMA LAGUNARIO DE BAHIA MAGDALENA, B.C.S.

Análisis de producción anual.

Los datos de capturas anuales desde 1982 hasta 1990, se registran en la figura 4. Se observa en la parte quebrada inferior del gráfico una baja producción de 1982 a 1988, capturas no mayores de 150 ton en peso vivo total, y en los últimos años se presentó un pico máximo de 25,978 ton de peso vivo total en 1989, e igualando con 25,362 ton la cantidad en 1990. Estos correspondieron a 5,704 ton de callo, datos que fueron tomados de los registros de arribo de la Oficina de Pesca, y con la relación del peso vivo total de muestras mensuales se estima que se extrajeron en número de individuos un total de 927 millones de almejas (Tabla 1).

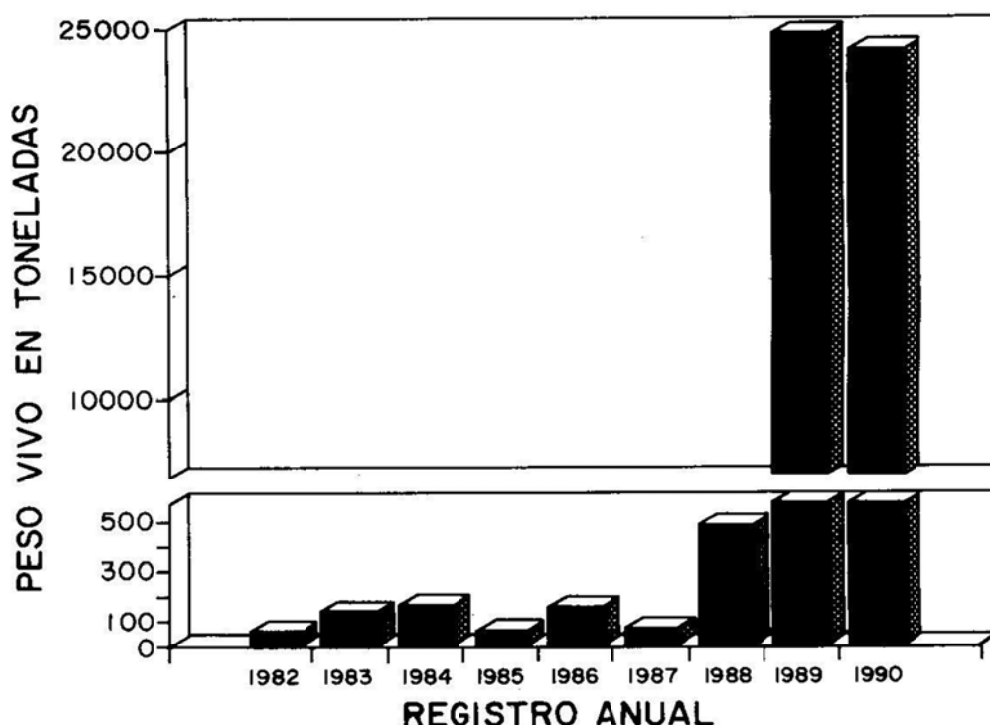


FIGURA 4. PRODUCCION DE ALMEJA CATARINA ENTERA EN PESO FRESCO (ton) ESTIMADA EN BASE A LA CANTIDAD DE CALLOS DE ALMEJAS EXTRAIDAS, DURANTE LAS TEMPORADAS DE 1982 A 1990, EN LA ZONA DE BAHIA MAGDALENA. TOMADO DE LOS REGISTROS DE LA OFICINA DE PESCA EN LA PAZ, B.C.S.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

No existe información previa sobre reclutamiento en las bahías y lagunas de Baja California con existencias de poblaciones explotables, y no se ha discutido el uso de las relaciones S/R (parentela/progenie) en la evaluación de las poblaciones explotadas para su correcta administración.

La Tabla 1 presenta las capturas en millones de almejas las cuales se reclutan a la pesquería y la porción desovante de la población, durante los dos años de explotación en el banco de Bahía Magdalena (Fig. 2 y 3). Muy pocos individuos jóvenes se les encuentra en los bancos y es posible que el reclutamiento a la pesquería se viene a reforzar por la inmigración de individuos jóvenes de áreas circundantes o de fuera de la bahía, a donde existen adultos en cantidades que no soportan una extracción comercial. Considerando las condiciones de zona protegida que presenta la bahía, este incremento observado en las fijaciones, es comparable con las condiciones prevalecientes en la Bahía de Mutsu en Japón, donde el cultivo masivo de *Patinopecten yessoensis* incrementa notablemente la biomasa desovante (Itó *et al.*, 1975). Se puede suponer que el mantenimiento de almejas con altas densidades en sitios o áreas cerradas (refugios) con existencias que tienen varios grupos de edades, proveen evidencias para obtener exitosos reclutamientos.

La abundancia de la porción desovante de la población parental puede mantener una densidad razonable o viable por la alta fecundidad individual de la almeja catarina; este tipo de fecundidad para el reclutamiento es considerado a nivel de población un suceso muy importante, y se observa claramente un incremento regular de las fijaciones obtenidas en Bahía Magdalena (Fig. 4). Tripp-Quezada (1987) durante el periodo de 1981 y 1982

en la zona de canales del Estero Santo Domingo, registró una captación de semilla estacional de enero a mayo con promedio de 300 a 2,214 fijaciones por bolsa, en las estaciones de San Vicente, Los prados y Santa Elena, respectivamente.

La composición del fondo de Bahía Magdalena es de gran importancia para la sobrevivencia durante el asentamiento larval o reclutamiento larval. La bahía presenta la distribución regional del sedimento superficial con arenas finas que cubren la porción mas grande y profunda; y con arenas medias en la zona de bajos y canales formados frente a la barrera arenosa de Isla Magdalena (Félix-Pico, 1991). Se considera un sustrato adecuado aquel que no contenga más de 30 % de arcilla y limo (Ventilla, 1982).

Para el año de 1989 la producción estatal alcanzada llegó a un nivel récord de 32,026 toneladas de peso entero fresco, de las cuales el 88.3 % se extrajo del complejo lagunar Bahía Magdalena - Santo Domingo, temporada de captura que duró todo el año excepto mayo, mes en que la cantidad de almejas necesarias para alcanzar un kg de callo era de mas de 300 almejas (Tabla 1). En el siguiente año, la explotación llegó a niveles de exterminio, se capturó una cantidad casi igual a la anterior, razón por la cual los bancos quedaron con trazas de almejas que no tenían la talla comercial y aun así, se continuó explotando hasta el mes de octubre de 1990. Es claro que la población fue sobreexplotada, tanto que, para el año de 1991 el reclutamiento fue muy pobre y no permitió la extracción comercial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Departamentos de Biología Marina y Pesquerías del CICIMAR-IPN, y en particular al M. en C. José Luis Castro Ortiz, las facilidades otorgadas para realizar este estudio. A los jefes de oficina de la Delegación Federal de Pesca por su apoyo en los esfuerzos de muestreo y recopilación de los datos estadísticos. Dos de los autores (E. Félix y F. García) son becarios de la DEDICT (COFAA) y al Desempeño Académico que otorga el Instituto Politécnico Nacional.

LITERATURA CITADA

- FELIX-PICO, E.F. 1991. Fisheries and mariculture of the scallops in México., 21: 943-980. In: S.E. Shumway (Ed.) *Scallops. Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 1095 pp.
- ITO, S., H. KANNO, and K. TAKAHASHI. 1975. Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay. *Bull. Mar. Biol. Stn. Asamushi* 15(2): 89-100.
- PAULY, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In: Pauly, D. and G.R. Morgan (Eds.) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings 13, 7-34 p.
- TRIPP QUEZADA, A. 1987. Aspectos técnicos y biológicos para el cultivo de *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena. En: Ramírez Rodríguez E.M. (Ed.) *Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía pesquera en México*, La Paz, B.C.S. CONACYT Y CICIMAR-IPN, 155-160 p.
- VENTILLA, R.F. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.* 20: 309-382.

RECLUTAMIENTO DE JUVENILES DE MOLUSCOS BIVALVOS EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

C. Cáceres-Martínez *
J. Cortés Salazar *
J. Chávez Villalba *

RESUMEN

Se resumen los resultados de colecta de juveniles y larvas de moluscos bivalvos en la Bahía de La Paz y Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Se reportan las especies colectadas y el estado actual de las investigaciones, encaminadas a la identificación de larvas de moluscos bivalvos en el meroplankton. Se señalan las épocas de aparición o reclutamiento a lo largo del año de diferentes especies y se discute la importancia de estos estudios para el conocimiento de los recursos bentónicos de la región del Mar de Cortés.

ABSTRACT

The results of bivalve mollusk juveniles and larval collection in La Paz and Magdalena Bays in Baja California Sur, México are summarized. Records of species and actual state of researches applied to larval of bivalve mollusk identification in the meroplankton are reported. The recruitment periods along the year for different species are reported and the importance of this studies for the knowledge of benthic bivalve resources are discussed in reference to the Sea of Cortés.

RECLUTAMIENTO DE JUVENILES DE MOLUSCOS BIVALVOS

En los pasados cinco años hemos estudiado el reclutamiento de juveniles de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en la Bahía de La Paz y la Bahía Magdalena B.C.S., México. Con el objetivo de obtener información básica para el desarrollo de métodos de colecta de juveniles destinados a programas de acuicultura. Para ello enfrentamos el problema de la falta de conocimiento de los ciclos biológicos de las especies nativas, razón por la cual en algunos casos hemos realizado estudios complementarios de biología reproductiva, abundancia y distribución de larvas en el meroplankton (Cáceres-Martínez *et al.*, 1990).

Las especies estudiadas han sido *Argopecten circularis*, *Pecten vogdesi*, *Pteria sterna*, *Pinctada mazatlanica* y *Crassostrea palmula*. Sin embargo, disponemos también de información para las especies; *Pina rugosa*, *Laevicardium elenense* y *Modiolus capax*, y de los géneros *Chione* sp., *Dosinia* sp., *Spondilus* sp. así como de la familia Arcidae.

La abundancia de larvas de moluscos bivalvos en la Bahía de La Paz ha sido estudiada en 10 estaciones localizadas en la porción Sur-Este. La figura 1 muestra la localización de las estaciones de muestreo. Durante el periodo de junio de 1989 a junio de 1990 se realizó la toma de muestras de zooplankton en tres profundidades, 3, 11 y 25 m, bombeando 90 l. de agua que fueron tamizados sobre una malla de 180 µm de luz. La salinidad, oxígeno, temperatura, pH y transparencia fueron registrados usando aparatos electrónicos y el disco de Secchi. Por último la concentración de clorofilas "a" y "b" fueron determinadas.

Los resultados de esta campaña se encuentran en análisis, sin embargo, los resultados preliminares indican una área de mayor abundancia de larvas, localizada frente a la Isla La Gaviota y la Punta Colorada (estaciones 1 y 2). El número de larvas por unidad de volumen para las tres profundidades muestreadas se presenta en la figura 2, en ella podemos apreciar que el periodo de mayor abundancia fue el verano, así como la profundidad de mayor incidencia de larvas fue la superficie para la estación 1 y 25 m. para la estación 2. Las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 muestran para el mismo periodo la variación de los parámetros físico-químicos.

* Universidad Autónoma de B.C.S. La Paz, B.C.S.



FIGURA 1. LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE COLECTA DE LARVAS Y JUVENILES DE MOLUSCOS BIVALVOS EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S. MEXICO.

La temperatura en ese periodo se encontró por encima de los 25° C y fue la más alta registrada a lo largo de todo el periodo de estudio. Los valores de oxígeno registrados fueron en ese periodo los mínimos, aunque ninguno de ellos alejado del valor de saturación. En relación a la salinidad ésta fue superior en el periodo de verano, coincidiendo con la mayor abundancia de larvas de bivalvos en el zooplancton. Los valores de pH registrados en este periodo fueron inferiores en relación al resto del año. La transparencia del agua durante ese periodo indicó un alto grado de turbiedad.

En relación a la concentración de clorofila "a" y "b" fue muy variable, así para la estación 1 la abundancia de larvas coincide con un aumento de clorofila "a" y "b" a la excepción de los 25 m. de profundidad en donde la clorofila "b" se mantiene sin incrementos al igual que el número de larvas por unidad de volumen. En la estación 2 los valores de clorofila "a" registrados son inferiores a aquellos de otros periodos del año, mientras que los valores de clorofila "b" se mantienen sin cambio. Lo anterior puede explicarse tal vez por el efecto de pastoreo del zooplancton (Figuras 8 y 9).

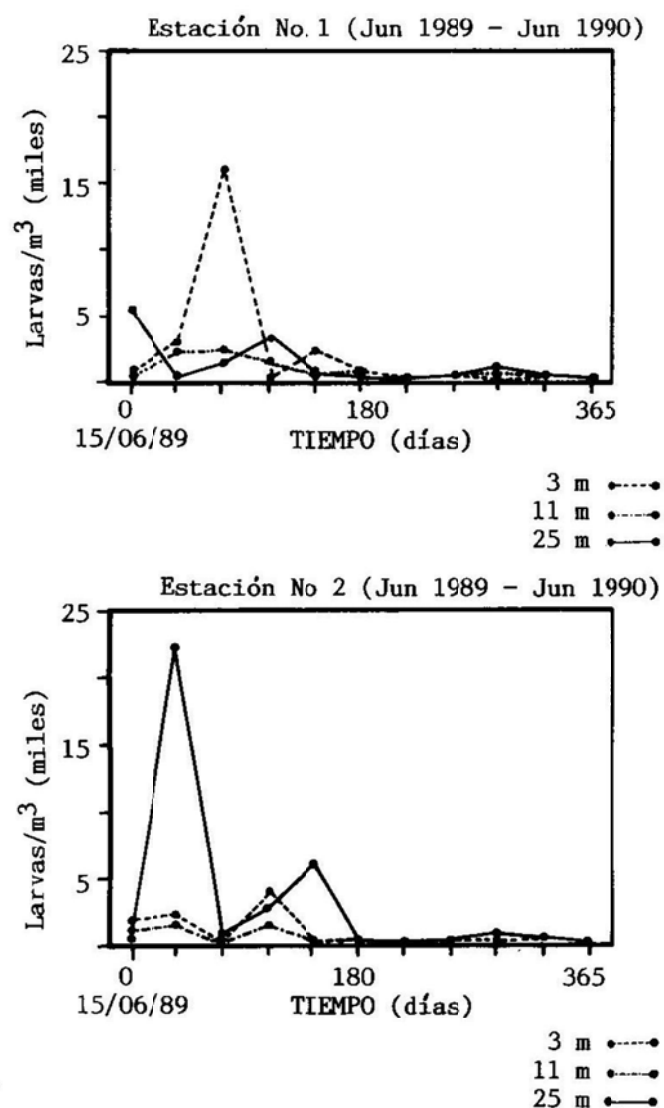


FIGURA 2. NUMERO DE LARVAS DE MOLUSCOS BIVALVOS EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Los resultados anteriores nos permiten identificar los periodos de máxima abundancia de larvas de bivalvos en el área de estudio, sin embargo, es necesario realizar la identificación de las especies que componen el total de larvas con el objeto de entender los mecanismos de competencia y convivencia de éstas en el meroplanton.

La información de los estudios anteriores nos ha permitido introducirnos a la ecología de larvas de moluscos bivalvos, sin embargo, para poder entender la dinámica de su comportamiento en el meroplanton, es necesario poder separar las especies de estudio del zooplanton durante sus estudios larvales. Esta tarea requiere del conocimiento preciso de la morfología de las larvas por especie. Para esto es necesario disponer de un catálogo de crecimiento de la especie cultivada en condiciones experimentales o de características morfológicas específicas de la especie que puedan ser identificadas en la prodisoconcha y disoconcha.

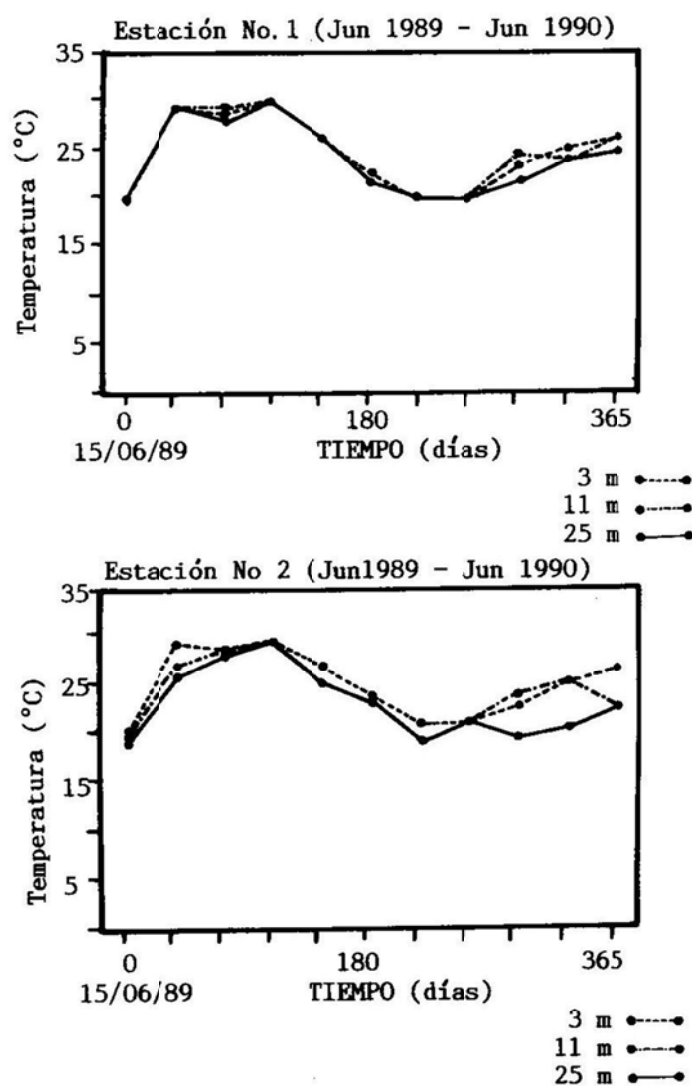


FIGURA 3. TEMPERATURA REGISTRADA EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Esta última alternativa basada en las características de umbo de las disoconchas, prodisoconchas y su relación con las características de la concha del juvenil permiten su identificación (Lutz, 1985). Usando esta metodología hemos iniciado una separación de morfotipos de larvas umbadas de las colectas mencionadas y de nuevas colectas para separar el morfotipo correspondiente a *Argopecten circularis*, *Pteria sterna* y *Pinctada mazatlanica*, al respecto la descripción de la morfología de las postlarvas (juveniles recién fijados). Un trabajo de microscopía electrónica (barrido), permitirá en un mediano plazo la identificación precisa de estas especies. Actualmente Serrano *et al.*, (1990) han descrito la morfología de la concha de juveniles de *P. sterna* para compararla con la de morfotipos separados, los trabajos se encuentran en proceso.

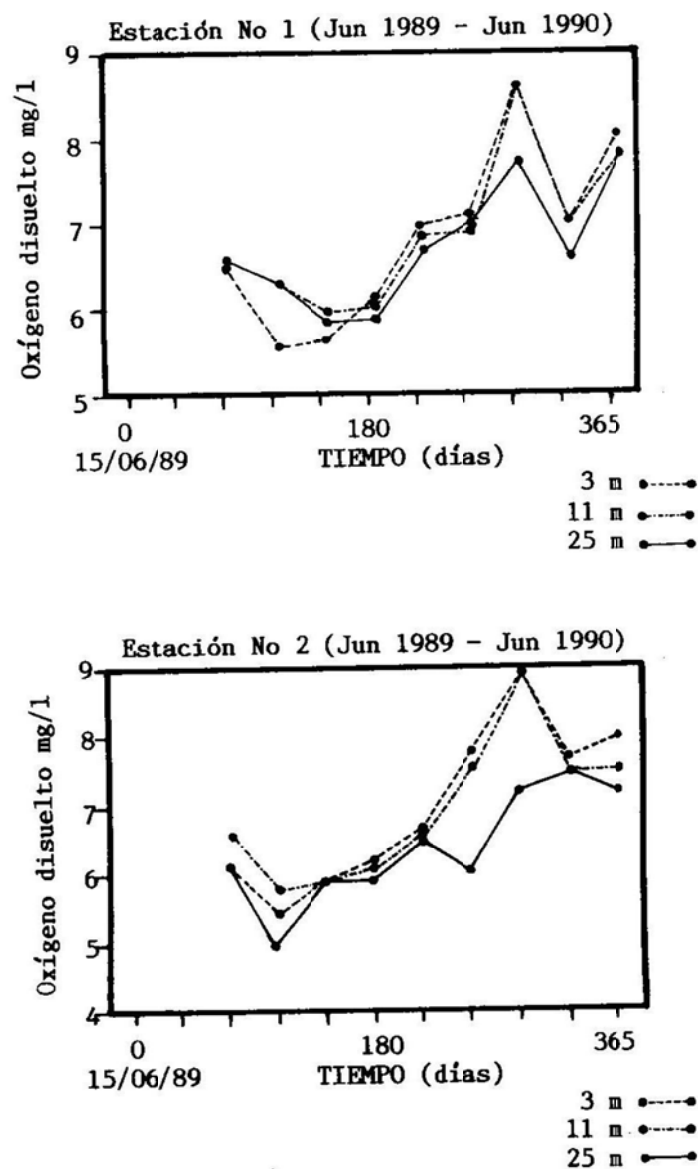


FIGURA 4. CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Con el objeto de estudiar el reclutamiento de juveniles de Pectínidos y Pteridos, sobre colectores artificiales en la Bahía de La Paz, se estableció una red de estaciones de muestreo (Figura 1) de entre ellas las estaciones 1 y 2 (Punta colorada y La Gaviota) han recibido mayor atención, en ellas se han realizado estudios de colecta estacional y de distribución vertical de fijaciones. De igual manera se han probado diferentes tipos de sustratos para seleccionar aquellos que colectan mayor número de juveniles. En estos estudios las especies de las familias mencionadas han estado presentes, sin embargo, también aparecen fijaciones de juveniles de otras especies de moluscos bivalvos sobre las que únicamente hemos registrado su abundancia espacial y estacional.

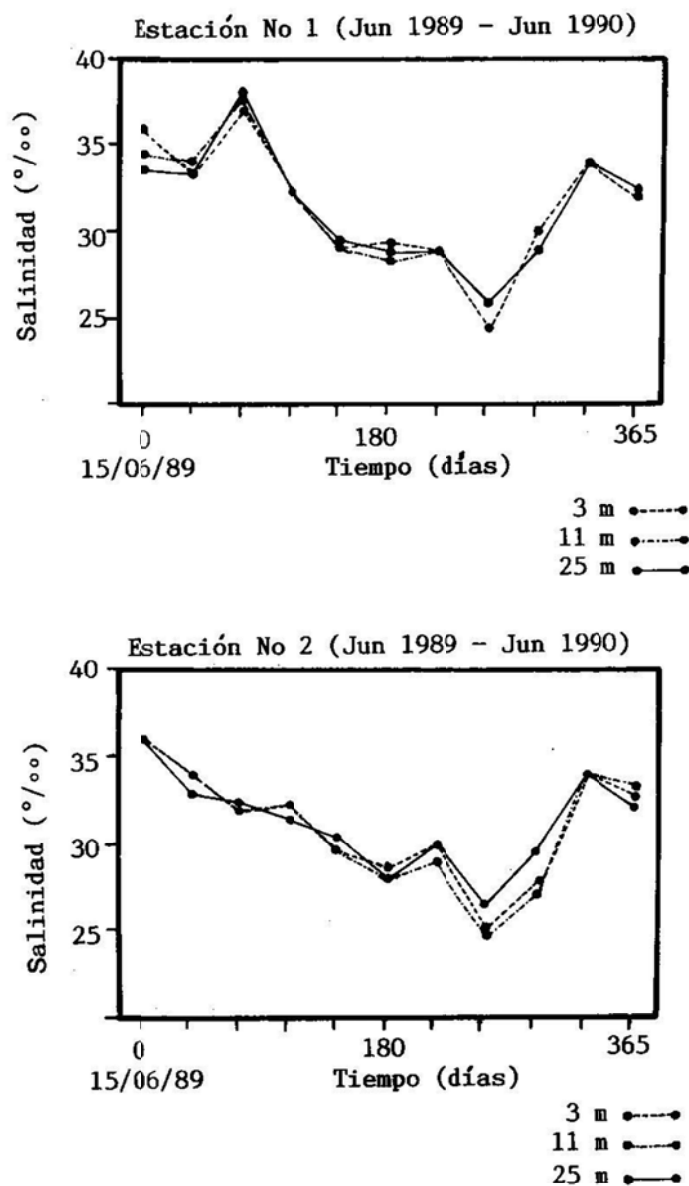


FIGURA 5. SALINIDAD REGISTRADA EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Los resultados de estas investigaciones indican la presencia de; *Argopecten circularis*, *Pecten vogdesi*, *Pteria sterna*, *Pinctada mazatlanica* y *Crassostrea palmula*, *Pina rugosa*, *Modiolus capax*, *Laevicardium elenense* y los géneros *Chione* sp., *Crassostrea* sp., *Dosinia* sp., *Trachycardium* sp., *Spondilus* sp. y de la familia Arcidae.

Las figuras 10, 11, y 12 muestran la aparición estacional y la abundancia en función de la profundidad para las especies, géneros y familias anteriores (Ruiz Verdugo y Cáceres-Martínez, 1990; Ruiz Verdugo y Cáceres-Martínez, 1991; Cáceres-Martínez, *et al.*, en prensa; Tobías-Sánchez y Cáceres-Martínez, en prensa; Tobías-Sánchez *et al.*, 1991).

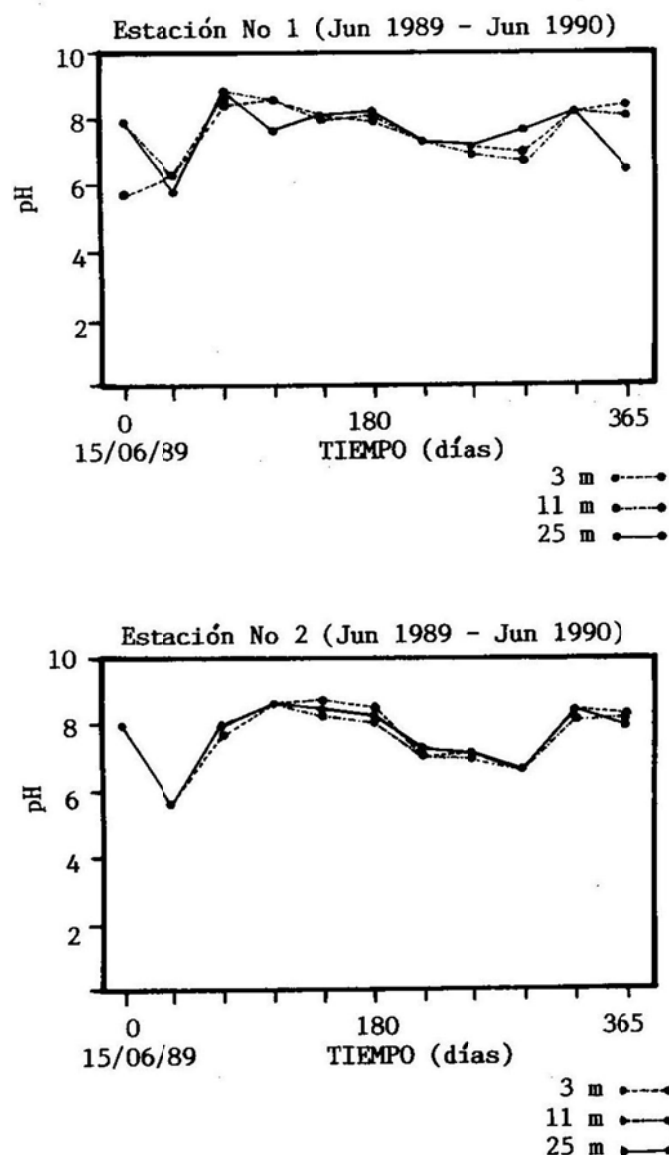


FIGURA 6. VALORES DE PH REGISTRADOS EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m, 11 m Y 25 m DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

De los resultados anteriores podemos agrupar a las especies en función de la época de aparición a lo largo del año en: especies presentes todo el año (*A. circularis* y la familia Arcidae), especies presentes en periodos bien definidos (*P. mazatlanica*, *P. sterna*, *P. rugosa*, *P. vogdesi*, *L. elenense*, *M. capax* y los géneros *Dosinia*, *Spondilus*, *Crassostrea* y *Chione*).

Mientras que *A. circularis* se encuentra presente todo el año en la Bahía de la Paz, *P. mazatlanica* y *P. rugosa* sólo aparecen tres meses del año, el significado biológico de lo anterior no es bien conocido, sin embargo, la competencia por sustratos de fijación puede explicar en parte lo anterior.

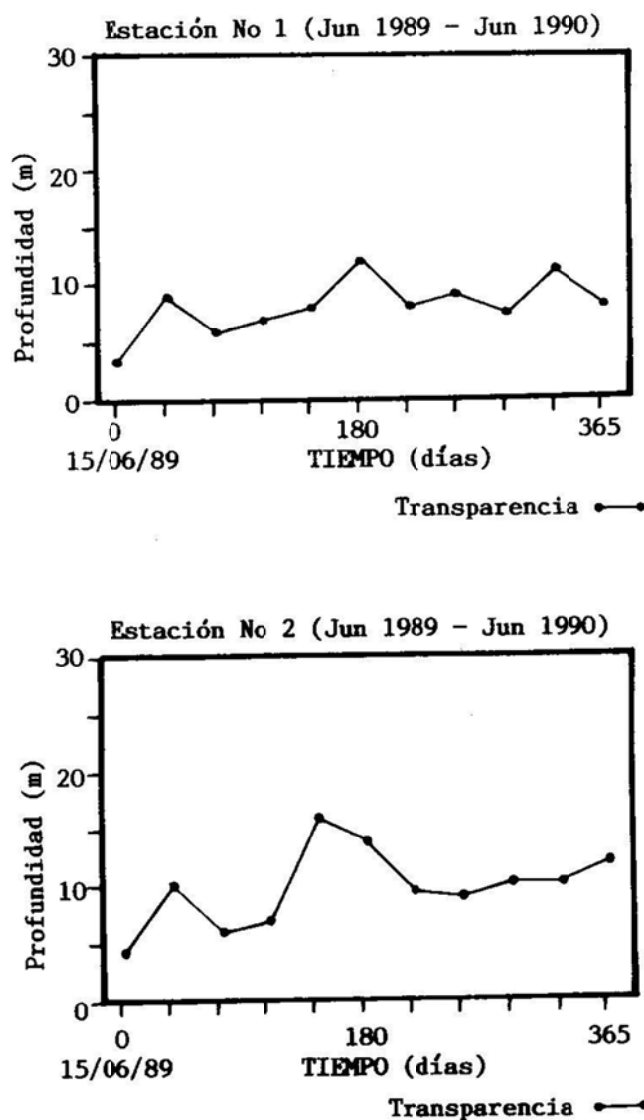


FIGURA 7. PROFUNDIDAD DE PERDIDA DEL DISCO DE SECHII EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m, 11 m Y 25 m DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Los periodos de mayor abundancia de fijaciones por especie son: *A. circularis* abril-junio (1987), *P. vogdesi* junio-julio 1987, *P. mazatlanica* finales de verano agosto-septiembre (1987), *P. sterna* enero-marzo (1987), *P. rugosa* agosto-septiembre (1987), *L. elenense* febrero-marzo y la familia Arcidae febrero-marzo (1987).

Los sustratos ofrecidos han sido de fibra de coco, filamentos vexar y chinchorro, polietileno y bandas de propileno. De entre ellos el mas eficiente para la colecta de juveniles ha sido el filamento chinchorro (0.55 mm. de diámetro).

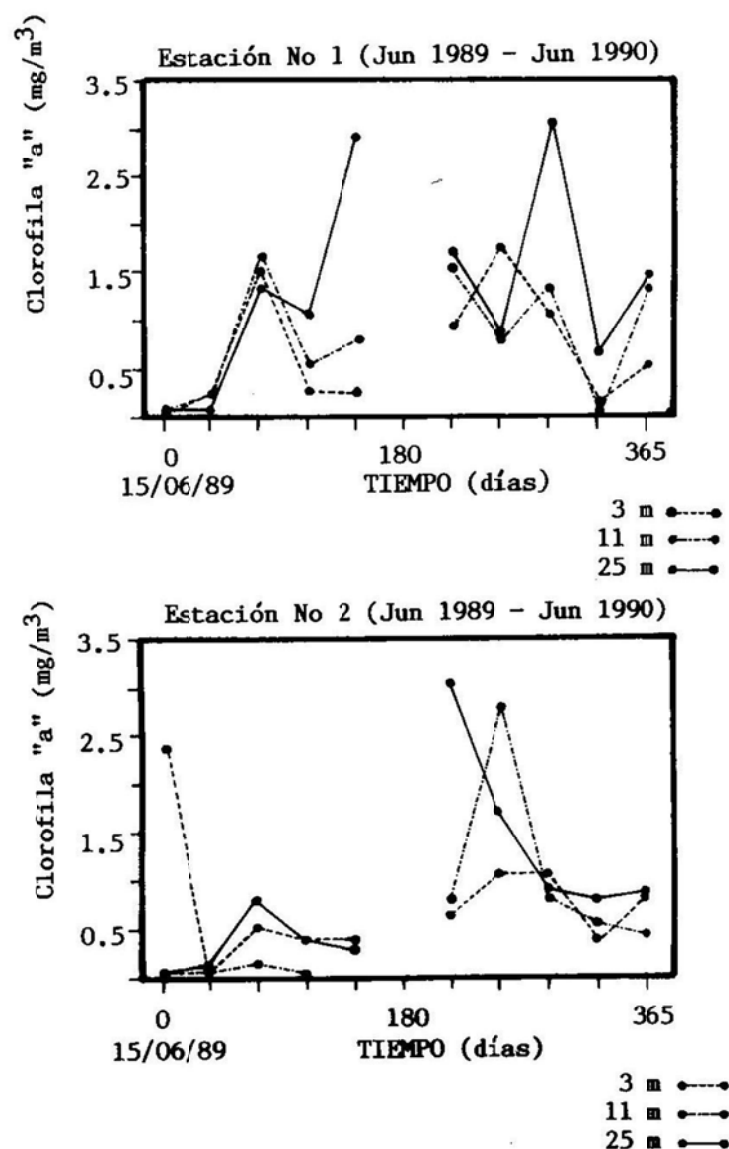


FIGURA 8. CONCENTRACION DE CLOROFILA "A" REGISTRADA EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

Con la finalidad de estudiar las posibilidades de coleccionar semilla de ostión nativo para futuros proyectos de acuicultura en la región, se evaluó la eficiencia de colecta de diferentes sustratos y se describió el patrón de fijación anual en las dos localidades.

El ostión *Crassostrea palmula* se encuentra presente en colectores artificiales durante todo el año, en la Bahía Magdalena, siendo la época de mayor incidencia el periodo de marzo-junio (1988), con un pico en mayo (figura 13). Mientras que para la Bahía de la Paz, la época de mayor incidencia fue de noviembre de 1987 a junio de

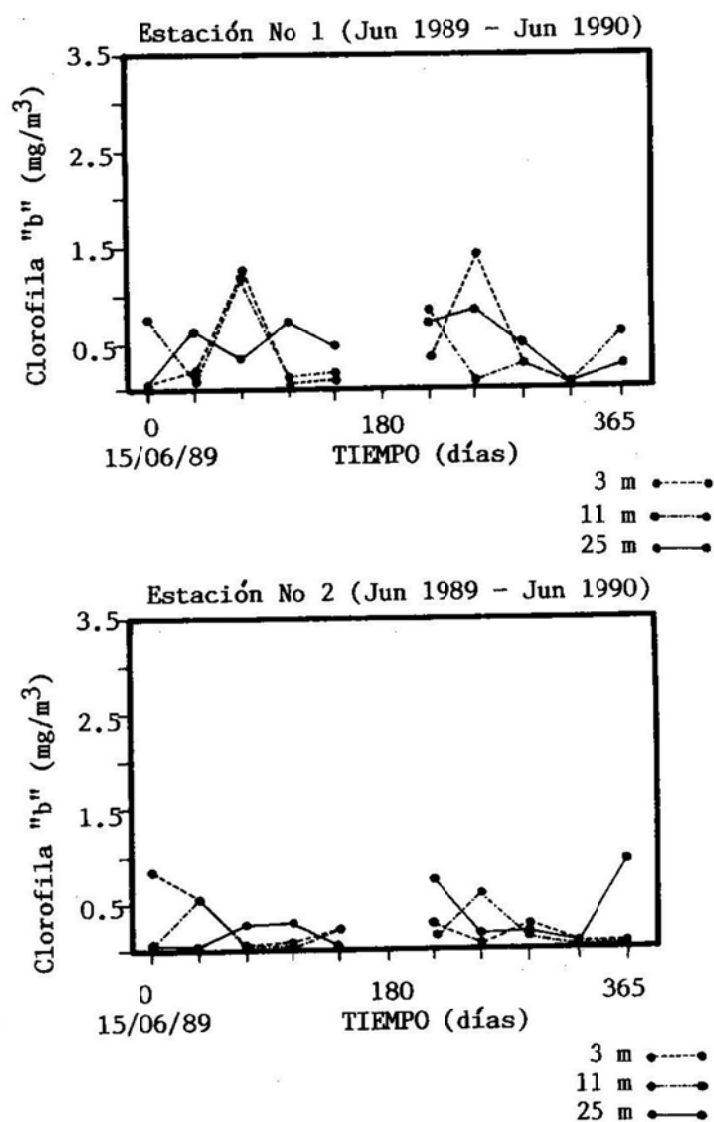
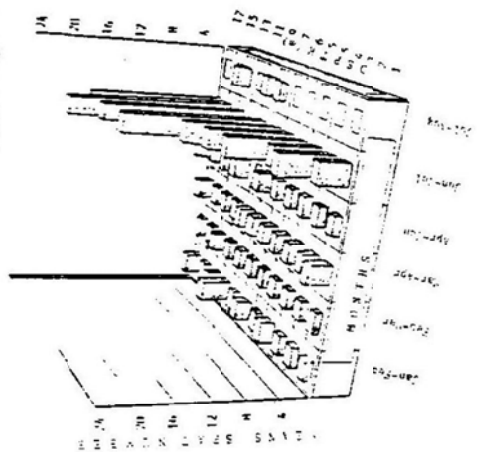


FIGURA 9. CONCENTRACION DE CLOROFILA "B" REGISTRADA EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, A 3 m., 11 m. Y 25 m. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A JUNIO DE 1990. ESTACIONES DE PUNTA COLORADA (1) E ISLA GAVIOTA (2).

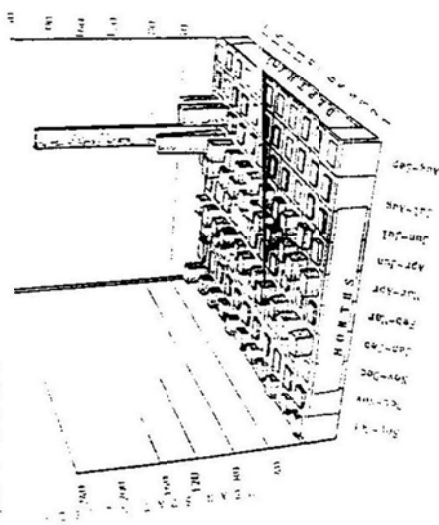
1988, apareciendo tres periodos importantes de fijación, el primero y más importante en enero de 1988, el segundo de febrero a junio y el último en marzo (figura 13).

Se colectaron semillas sobre láminas de fibra de vidrio-resina, trozos de llanta de automóvil, conchas de ostión y hojas de polietileno, resultando las láminas y las llantas los sustratos más eficientes en las dos localidades.

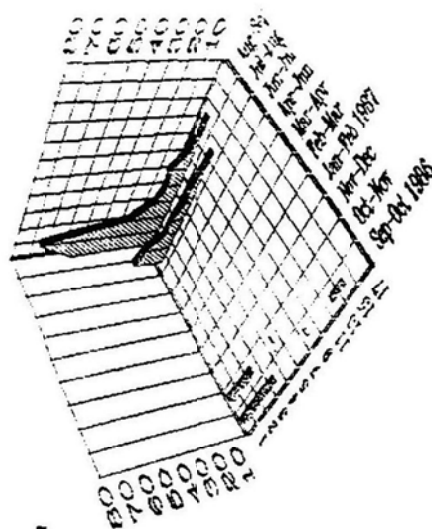
Fecten vogdesi



Exopecten circularis



Pinclada masillanica



Pinclada masillanica

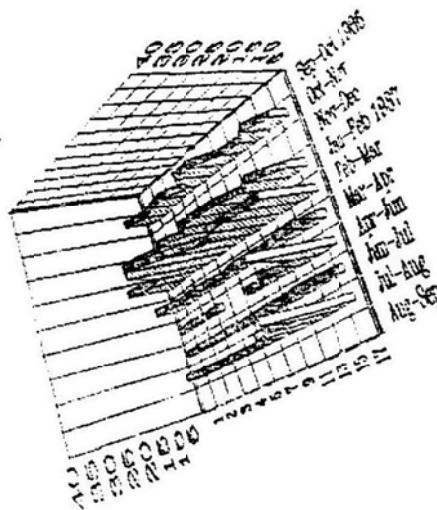
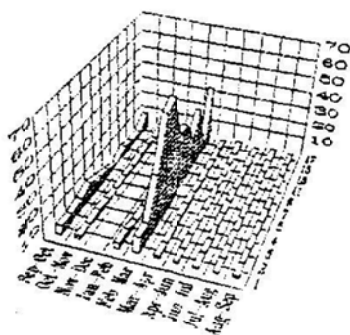
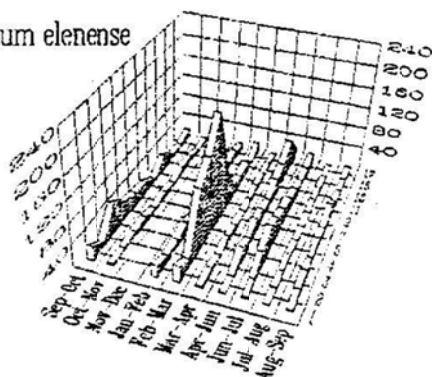


FIGURA 10. NUMERO PROMEDIO DE *Pinclada masillanica* COLECTADOS EN FUNCION DEL TIEMPO Y LA PROFUNDIDAD EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S. MEXICO.

Arcidae



Laevicardium elenense



Pinna rugosa

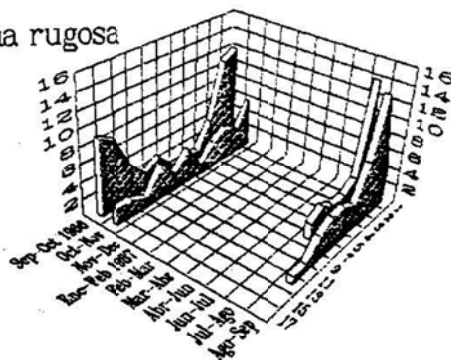


FIGURA 11. NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PERTENECIENTES A LA FAMILIA ARCIDAE Y A LAS ESPECIES *Laevicardium elenense* Y *Pinna rugosa* COLECTADOS EN FUNCION DEL TIEMPO Y LA PROFUNDIDAD EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S. MEXICO.

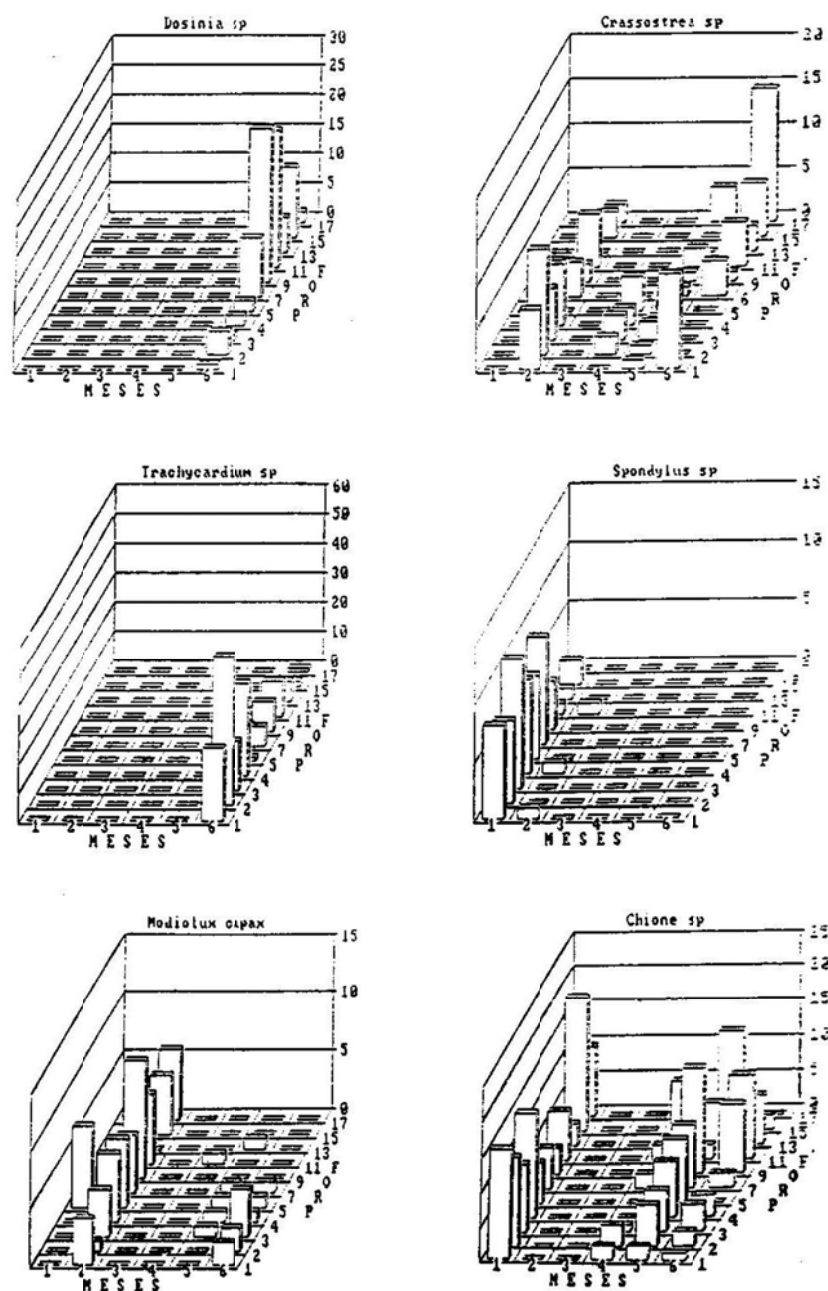


FIGURA 12. NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PERTENECIENTES A LA ESPECIE *Modiolus capax* Y A LOS GENEROS *Dosinia sp*, *Crassostrea sp*, *Trachycardium sp*, *Spondylus sp* y *Chione sp* COLECTADOS EN FUNCION DEL TIEMPO Y LA PROFUNDIDAD EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO.

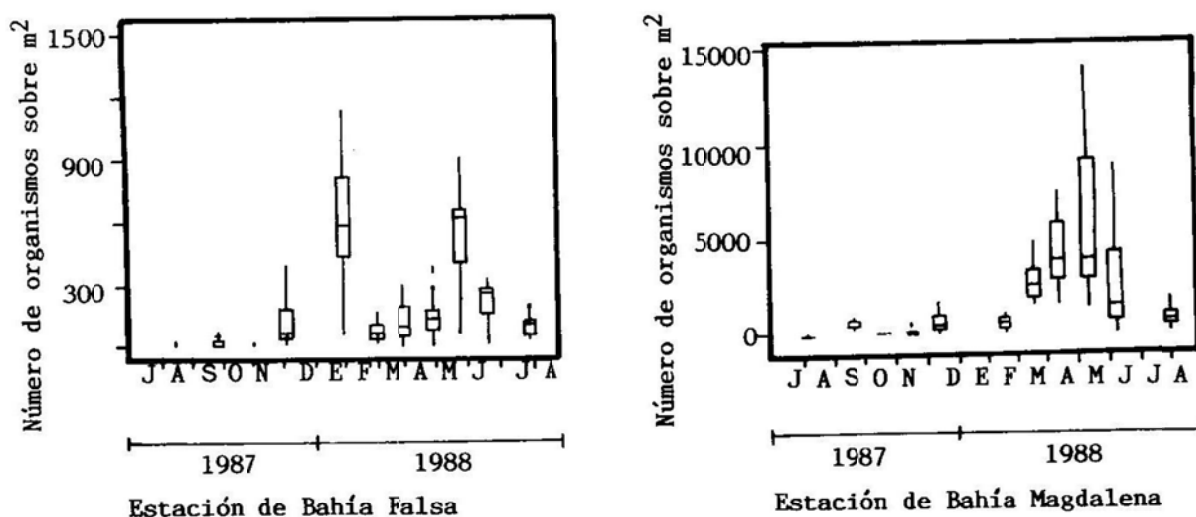


FIGURA 13. PATRON DE FIJACION ANUAL SOBRE LLANTAS DE AUTOMOVIL DEL OSTION *Crassostrea palmula*, EN LA BAHIA FALSA Y LA BAHIA MAGDALENA, B.C.S. MEXICO.

El estudio se realizó en la superficie hasta una profundidad de 3m., razón por la cual no tenemos registros de distribución vertical de fijaciones como para otras especies (Chávez-Villalba y Cáceres-Martínez, 1990, en prensa).

La colecta de juveniles de moluscos bivalvos en diferentes lagunas y zonas costeras de la Península de Baja California se ha realizado con objetivos particulares, en la mayoría de los casos orientados a la acuacultura, sin embargo, la información de éstos para el conocimiento de las poblaciones naturales, en particular sobre ecología demográfica y su estado en función del tiempo son muy grandes. Al respecto Fraser (1991) y Young *et al.* (1991) han realizado estudios con el objetivo de estimar los posibles volúmenes de capturas comerciales en años futuros.

Estudios al respecto con una metodología uniforme podrían proporcionar para el Mar de Cortés información indispensable para la correcta administración de los recursos bentónicos, en particular para los moluscos bivalvos, quienes constituyen pesquerías de gran importancia como son: la almeja catarina (*A. circularis*), el callo de hacha (*P. rugosa*) y la pata de mula (*Arcidae*).

Por último, es necesario señalar la importancia del estudio de larvas de moluscos bivalvos en el meroplanton para la interpretación de los resultados de colectas de juveniles.

BIBLIOGRAFIA

- CACERES-MARTINEZ, C., C. A. RUIZ-VERDUGO y C. RODRIGUEZ-JARAMILLO. 1990. Variaciones estacionales del índice gonádico y muscular de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la ensenada de la Paz B. C. S., México. Investigaciones Marinas, CICIMAR, 5(1):1-6.
- CACERES-MARTINEZ, C., C. A. RUIZ-VERDUGO and D. RAMIREZ-FILIPPINI. In press. Experimental spat collection of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* on a filament substrate in Falsa Bay, B.C.S., México. Journal of the World Mariculture Society.
- CHAVEZ-VILLALBA, J. y C. CACEREZ-MARTINEZ. 1990. Experimentos de captación de ostión *Crassostrea palmula* en la Bahía falsa, B.C.S., México. Rev. Invest. Científica U.A.B.C.S. México., 2(1):65-72.
- CHAVEZ-VILLALBA, J. y C. CACEREZ-MARTINEZ. En prensa. Experimentos de captación de semilla de ostión *Crassostrea palmula* (Carpenter, 1875), en la Bahía Magdalena (Estero "El Chisguete"), B. C. S., México. Rev. Invest. Científica. U. A. B. C. S., México 2(No. Esp. AMAC 1).

- FRASER, I. 1991. Settlement and recruitment in *Pecten maximus* (Linnaeus, 1785) and *Chlamis* (*Aequipecten*) *opercularis* (Linnaeus, 1758). In: S. Shunway and A. Sandifer (Ed.). Scallop, Biology and Culture. World Aquaculture Workshops, 1:59-78.
- LUTZ, R. A. 1985. Identification of bivalve larvae and postlarvae: a review of recent advances. Amer. Malacol. Bull. Special Ed. 1:59-78.
- RUIZ-VERDUGO, C. A. y C. CACERES-MARTINEZ. 1990. Estudio preliminar de la captación de juveniles de moluscos bivalvos en la Bahía de la Paz B. C. S. (Septiembre 86 a Abril 87). Investigaciones Marinas CICIMAR, 5(1):29-38.
- RUIZ-VERDUGO, C. A. and C. CACERES-MARTINEZ. 1990. Experimental spat collection of scallops *Argopecten circularis* and *Pecten vogdesi* on a filament substrate in Falsa Bay, B. C. S., México. In: S. Shunway and A. Sandifer (ed.). Scallop, Biology and Culture. World Aquaculture Workshops, 1:21-27.
- SERRANO-GUZMAN, S., M. AVALOS-BORJA y C. CACERES-MARTINEZ. 1990. Un catálogo para el reconocimiento de larvas y postlarvas de bivalvos del Golfo de California. IV Reunión Nacional de Malacología y Conquiología. La Paz, B.C.S., México. Octubre 9-12. Resúmenes 44.
- TOBIAS-SANCHEZ, M. y C. CACERES-MARTINEZ. En prensa. Colecta experimental de juveniles de *Pecten vogdesi* sobre diferentes sustratos artificiales en la Bahía de la Paz, B. C. S., México. Revista de Investigación Científica, U. A. B. C. S., México 2(No. Esp. AMAC 1)
- TOBIAS-SANCHEZ, M., C. CACERES-MARTINEZ and C. A. RUIZ-VERDUGO. 1991. Pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* experimental spat collection on six different substrates in La Paz Bay, Baja California Sur, México. Aquaculture 91, World Aquaculture Society, San Juan, Puerto Rico, June 16-20, 1991. Abstracts.
- YOUNG, P., R. MCLOUGHLIN and R. MARTIN. 1991. Scallop larval distributions and settlement. 8th International Pectinid Workshop. Cherbourg, Francia. May. 21-29. Summary.

ANALISIS POBLACIONAL DE LA PESQUERIA DE LANGOSTA ROJA (*Panulirus interruptus*) DE 1971-1975 EN LA BOCANA-ABREOJOS, B.C.S, MEXICO

Sergio A. Guzmán del Prío *

Jorge Pineda Barrera **

RESUMEN

Se presentan los resultados de un análisis de dinámica poblacional de langosta roja *Panulirus interruptus* en la zona de la Bocana-Abreojos B.C.S. con datos de 1971-1975. Siguiendo el modelo del ciclo de vida de Doi y basados en datos estadísticos de captura, esfuerzo y composición por tallas de la captura, se calcularon los parámetros poblacionales de crecimiento. Los machos crecen más rápido que las hembras: $K=0.1335$ y 0.1084 respectivamente; la mortalidad total fue $Z=0.572$; la mortalidad natural $M=0.43$ y $F=0.14$ para la mortalidad por pesca. Se aplicaron dos tipos de diagnós, la correspondiente a talla mínima y la tasa de reducción de huevecillos con diferentes niveles de F . La primera, sugiere que la edad de captura que produce la biomasa óptima de langosta, se encuentra entre 7 y 8 años de edad, muy cerca de los 82.5 mm. que actualmente es la talla mínima de captura. La segunda diagnós, sugiere que los rendimientos de pesca podrían incrementarse si se elevara la tasa de mortalidad por pesca a 0.45. Sin embargo, ante la carencia de datos precisos sobre el nivel promedio de reclutamiento (Q), se sugiere ser cauto con los resultados de esta última diagnós.

ABSTRACT

A population dynamic study was conducted with *Panulirus interruptus* from La Bocana-Abreojos fishing zone, for 1971-75 years.

Based on catch sampling data, biological samples, statistics of catch and effort, the population parameters, and sustainable yield assessment were estimated following Doi life cycle method. Growth rate is faster for males ($K=0.1335$) than for females ($K=0.1084$). Total mortality, natural mortality and fishing mortality coefficient were estimated as $Z=0.572$; $M=0.43$; $F=0.14$. A first diagnosis showed optimum individual biomass is reached when spiny lobster is between 7 to 8 estimated years old, very close to the present minimum legal size. The diagnosis based on egg reduction analysis suggested that catch could be increased if fishing intensity could be increased also up to a figure of $F=0.45$. However, data on average fishery recruitment level (Q), have some uncertainty, therefore to be cautious is advised for this part of the analysis.

INTRODUCCION

La langosta roja (*Panulirus interruptus*) constituye uno de los recursos pesqueros más importantes para la economía regional de la península de Baja California. Su captura es realizada por Cooperativas de Pescadores distribuidas a lo largo de la costa del Pacífico de Baja California desde Punta Descanso hasta Isla Margarita, B.C.S.

La pesquería es una de las más antiguas de la península, se cuenta con registros oficiales de la captura desde 1929 (Fig. 1) y desde entonces la producción, aunque fluctuante, muestra una tendencia ascendente. En la actualidad se mantiene estabilizada alrededor de 1250 toneladas anuales.

Los estudios sobre esta especie en México son escasos. Chapa (1964) aporta los primeros datos sobre la biología y pesquería de ésta y otras especies del Pacífico mexicano constituyendo hasta la fecha una referencia clásica. Ayala, et al. (1976), Pineda y Díaz de León (1976), Pineda et al. (1976), publicaron en una primera etapa diversos trabajos orientados principalmente a describir la composición de la captura, localización de los campos

* Becario COFAA, Laboratorio de Ecología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I P N

** I N P, CRIP Ensenada. B.C.

LANGOSTA ROJA PACIFICO DE BAJA CALIFORNIA

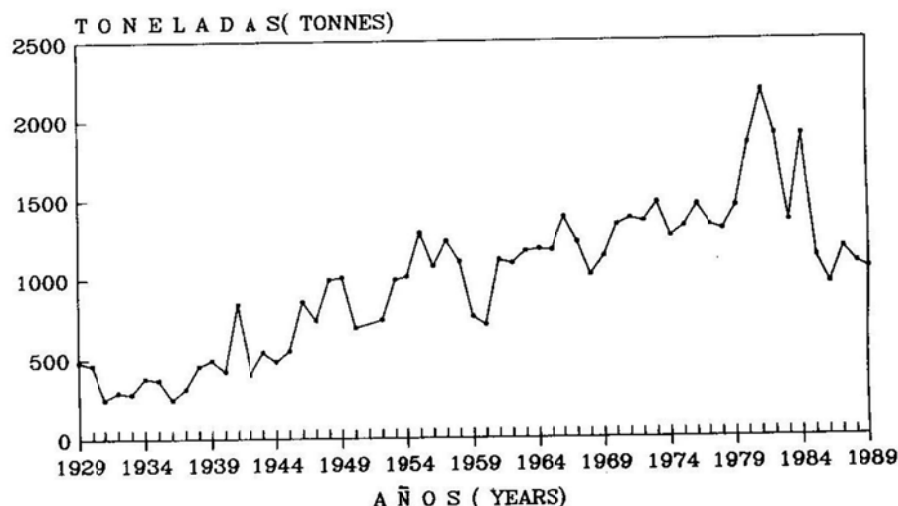


FIGURA 1. CAPTURA HISTORICA DE LA LANGOSTA ROJA (*Panulirus interruptus*) EN BAJA CALIFORNIA (FUENTE: ANUARIOS ESTADISTICOS DE PESCA).

pesqueros y datos biométricos de la población capturada. Más tarde, Pineda y Díaz de León, 1981, Ayala 1983, Ayala y Chavez 1985, aportaron nueva información sobre desarrollo gonádico y fecundidad de esta especie. Espinoza *et al.* (1986) y Ayala *et al.* (1988) informan recientemente sobre nuevos datos de la pesquería y el esfuerzo de pesca de la misma. En los últimos años se ha acumulado una gran cantidad de información, particularmente sobre composición de la captura y esfuerzo, de lo cual son testimonio otros trabajos que se presentan en estas Memorias (Vega *et al.*, González y Lelevier, este volumen).

Los autores de este artículo elaboraron desde 1981 el presente análisis, el cual permaneció inédito por todos estos años. A pesar del tiempo, la información sigue siendo válida y útil como referencia histórica del estado que guardaba la población de langosta y su dinámica, en la zona de pesca de la Bocana y Abreojos entre 1971 y 1975. Con el objeto de contribuir a la base de datos biológica sobre las especies bentónicas de Baja California y establecer puntos de referencia en la historia de esta pesquería, los autores han juzgado de interés dar a conocer los resultados de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Pineda y Díaz de León (1976) al referirse a la composición de la población capturada, sugieren la existencia de tres áreas bien definidas en cuanto a grupos de talla. Una primera, al norte de la península, caracterizada por especímenes de gran tamaño con tallas máximas hasta de 190 mm. de longitud de cefalotórax. Una segunda, ubicada en el arco que forma Sebastián Vizcaíno, y en especial hacia Malarrimo, donde los grupos de talla se mantienen dentro de un corto intervalo de tallas, entre 80 y 140 mm. Finalmente, otras dos áreas más o menos semejantes formadas por Isla Cedros, Benitos y Natividad y otra localizada al sur de San Hipólito hasta Punta Abreojos, cuyo intervalo de tallas de cefalotórax forma una categoría intermedia entre 80 y 150 mm., con algunos máximos de 170 mm.

En esta última área, la cual representa el 20 % de la producción total, se eligieron los datos de dos cooperativas contiguas, desde la Bocana hasta Punta Abreojos (Fig. 2), ya que de ambas zonas se tenían datos y muestras de la población suficientes para realizar el análisis. La idea central fue trabajar con datos agrupados de zonas con características similares.

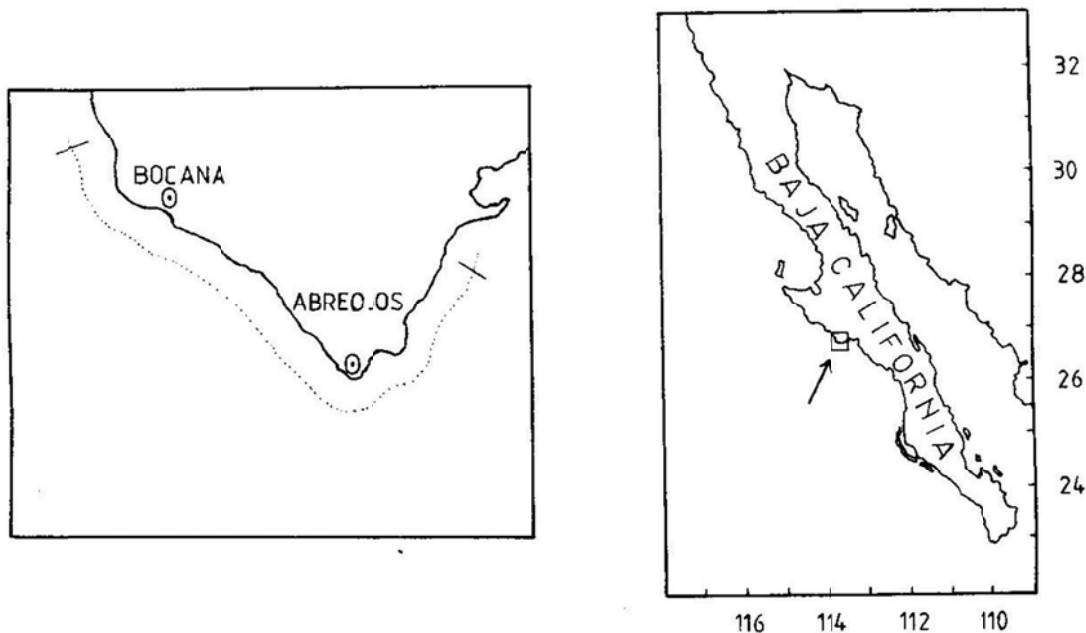


FIGURA 2. AREA DE ESTUDIO. ZONAS DE PESCA DE LANGOSTA ROJA DE LA BOCANA Y ABREOJOS B.C.S.

La fuente de datos fue la siguiente:

- a) estadísticas de producción mensual de cuatro temporadas consecutivas (1971-1975) de las zonas de la Bocana y Abreojos que cubren el área señalada anteriormente
- b) datos morfométricos ($n=1600$) y de composición mensual de la captura (por tallas y sexos) de la langosta capturada en dicho periodo en esa zona. Las relaciones biométricas peso/longitud de cefalotórax se ajustaron a una relación del tipo $W = aL^3$
- c) muestras masivas de frecuencias de longitud ($n=2125$) para estimar crecimiento. El método seguido para la estimación de crecimiento fue el de Ford-Walford y ajuste a la ecuación de Von Bertalanffy a partir de la separación de grupos de clase de talla mediante el uso de papel de probabilidad (Cassie, 1952)
- d) datos de esfuerzo expresados como número de trampas/mes para las dos zonas analizadas
- e) información biológica sobre el ciclo biológico reportada en la literatura científica, particularmente madurez y fecundidad (Pineda *et al.* 1981)
- f) Las estimaciones de tasa de sobrevivencia (S) y coeficiente de mortalidad total (Z) se basaron en las tablas de composición mensual por tallas, las cuales fueron transformadas a composición por edades mediante una clave de longitud/edad, utilizando la ecuación de crecimiento. La estimación de S y Z siguieron el método de la edad promedio de Doi (1975)

El resto de los parámetros poblacionales (F , M , q y Q) así como las diferentes diagnósis aplicadas (diagnósis 1, y 3) siguieron el método del ciclo de vida de Doi *et al.* (1977)

RESULTADOS Y DISCUSION

Relaciones biométricas

Las ecuaciones que representan las relaciones peso/longitud de cefalotórax (W/L) en mm son las siguientes:

$$\text{Machos: } W = 0.0008944 L^3$$

$$\text{Hembras: } W = 0.0009658 L^3$$

$$\text{Hembras y machos } W = 0.0009301 L^3$$

En la tabla 2 se muestran los valores de longitud y peso por cada grupo de edad.

Crecimiento

La ecuación de crecimiento para ambos sexos es la siguiente:

$$\text{Machos } L_c = 141 (1 - e^{-0.1335(t - 0.0839)})$$

$$\text{Hembras } L_c = 144.9 (1 - e^{-0.1084(t - 0.4787)})$$

donde L_c = longitud de cefalotórax (mm.)

t = edad en años

t_0 = edad al tiempo 0. Ajustado a enero como año calendario

Tasa de sobrevivencia (S) y coeficiente de mortalidad total (Z)

La tabla 1 agrupa las estimaciones de S y Z para cada temporada. Los valores son el promedio de ambos sexos y con este promedio son manejados en el resto del trabajo.

La tasa de sobrevivencia fue ligeramente menor en las hembras; las variaciones interanuales resultaron también muy pequeñas, por lo que se decidió manejar un promedio anual de las cuatro temporadas de pesca.

TABLA 1. TASAS DE SOBREVIVENCIA Y MORTALIDAD TOTAL DE LANGOSTA ROJA (<i>Panulirus interruptus</i>) EN LA BOCANA- ABREOJOS B.C.S.		
Temporada	S	Z
1971-1972	0.53	0.63
1972-1973	0.52	0.63
1973-1974	0.58	0.54
1974-1975	0.62	0.47
PROMEDIO	0.564	0.572

Coeficiente de Mortalidad natural (M)

El cálculo de este coeficiente en la mayoría de las pesquerías constituye sólo una aproximación, pues normalmente cuando se pretende estimarlo la pesquería ya es muy antigua, como es el caso de esta especie. Por lo tanto, las condiciones de stock virgen han quedado muy atrás.

Doi *et al.* (1977), recomienda una modelación teórica del stock en condiciones de stock virgen, en la cual la mortalidad natural es una función de la biomasa teórica que alcanza el stock con diferentes niveles de sobrevivencia. De acuerdo a este criterio y tomando en cuenta que en el stock virgen la tasa de sobrevivencia $S_0 = e^{-M}$, se obtuvo la figura 3 que es una familia de curvas teóricas de biomasa para diferentes niveles de sobrevivencia desde 0.1 a 1.0, pero siempre en ausencia de pesca.

TABLA 2. RELACIONES DE EDAD/TALLA/PESO, DE LANGOSTA ROJA (*Panulirus interruptus*), ABREOJOS, B.C.

Edad	Talla Prom.♂	Peso Prom.♂	Talla Prom.♀	Peso Prom.♀	Talla Prom.♂♀	Peso Prom.♂♀
1	16	3.7	8	0.494	12	1.6
2	32	29.3	22	10.28	27	18.3
3	45	81.5	35	41.4	40	59.5
4	57	165.6	46	94.0	51.5	127.0
5	68	281.2	56	169.6	62	221.7
6	77	408.3	65	265.2	71	332.9
7	85	549.3	73	375.7	79	458.6
8	92	696.5	81	513.3	86.5	602
9	98	841.8	87	635.9	92.5	736.1
10	103	977.3	93	776.8	98	875.4
11	108	1126.7	99	937.1	103.5	1031.2
12	112	1256.6	103	1055.3	107.5	1155.5
13	116	1396.1	108	1216.6	112	1306.7
14	119	1507.2	111	1320.8	115	1414.6
15	122	1624.1	115	1468.9	118.5	1547.7
16	124	1705.3	118	1586.8	121	1647.7
17	126	1789.1	121	1711	123.5	1752
18	128	1875.7	123	1797.2	125.5	1838.5
19	130	1965	125	1886.3	127.5	1927.8
20	131	2010.7	127	1978.3	129	1996.6
21	132	2057.1	129	2073.3	130.5	2067.1
22	133	2104.2	131	2171.2	132	2139.2
23	134	2152	132	2221.3	133	2188.2
24	135	2200.6	133	2272.2	134	2237.9
25	136	2249.8	135	2376.2	135.5	2313.9
26	136	2249.8	136	2429.4	136	2339.6
27	137	2299.8	137	2483.4	137	2391.6
28	138	2350.5	137	2483.4	137.5	2417.9
29	138	2350.5	138	2538.2	138	2444.4
30	138	2350.5	139	2593.8	138.5	2471

* Talla (mm) (longitud de cefalotórax)
 Peso (gramos)
 Edad (años)

La literatura sobre el ciclo de vida de *Panulirus interruptus* sugiere una longevidad aproximada de 25 a 30 años de edad máxima. Las curvas que más se acercan a esta longevidad son las de 0.7 y 0.6. Un promedio de estas dos curvas se eligió entonces como el valor teórico más aproximado a la sobrevivencia que debe haber tenido la especie en condiciones de stock virgen.

Por lo tanto, la estimación de sobrevivencia en condiciones de stock virgen es $S_0 = 0.65$ equivalente a $M = 0.43$.

Coefficiente de mortalidad por pesca (F) tasa de explotación (E) y coeficiente de capturabilidad (q)

Estimada la mortalidad natural M y aplicando el valor promedio del coeficiente de mortalidad total (Z), se obtuvo por simple diferencia la mortalidad por pesca (F):

$$Z = 0.572, \quad F = Z - M, \quad F = 0.572 - 0.43 = 0.14$$

y de este parámetro derivamos la tasa de explotación (E)

$$E = F/Z (1 - S) = 0.14 / 0.572 (1 - 0.564) = 0.106$$

Si consideramos la trampa/ noche como unidad de esfuerzo (X), y estimamos el número total de trampas promedio que estuvieron operando en toda la temporada (octubre-marzo) para la zona de estudio, tendremos 304,600 trampas. A partir de esta cifra podemos calcular el coeficiente de capturabilidad

$$q = F/\text{Sum}X = 0.14 / 304\,600 = 0.000000459$$

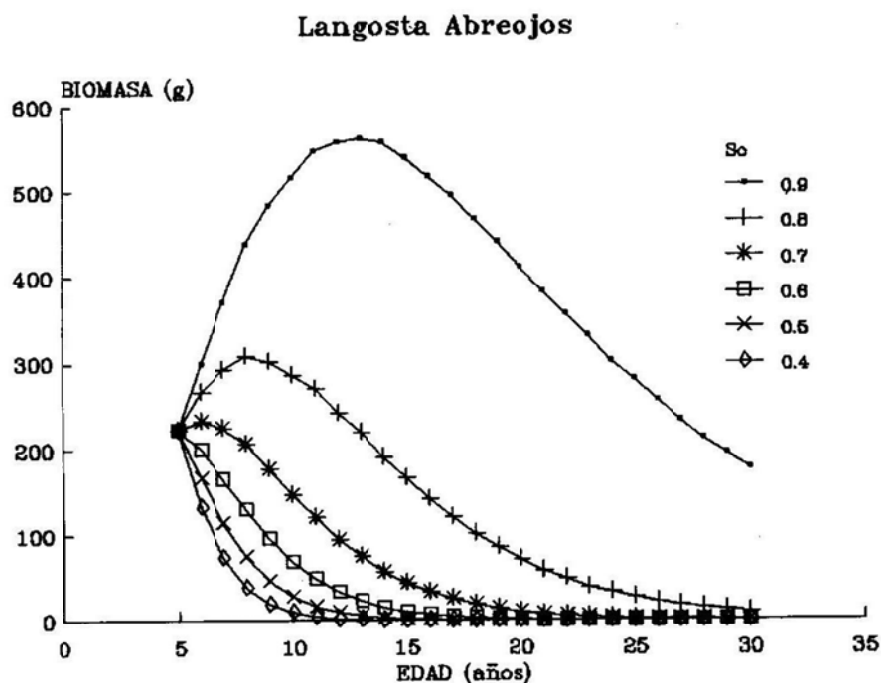


FIGURA 3. FAMILIA DE CURVAS DE BIOMASA TEORICA CON DIFERENTES NIVELES DE SOBREVIVENCIA (S_0) DE *P. interruptus*, BAJO CONDICIONES DE STOCK VIRGEN, EN LA ZONA DE BOCANA-ABREOJOS.

Tamaño de la población capturable (Nc)

La captura promedio de las cuatro temporadas que se analizan tuvo un peso promedio de 176.5 toneladas. Utilizando el peso promedio individual para ambos sexos (tabla 2) es posible convertir la captura en peso a número de individuos y de aquí deducir el tamaño de la población capturable.

$$\begin{aligned}\text{Captura en número (C)} &= 176.5 \text{ tons.} / 681 \text{ g} = 259.2 \times 10^3 \\ \text{Tamaño de la población capturable } N_c &= C/E = 259.2/0.106 \\ N_c &= 2.44 \times 10^6 \text{ individuos}\end{aligned}$$

Tasa promedio de reclutamiento (Q)

De acuerdo con Doi *et al.* (1977) una estimación del nivel promedio de reclutamiento esta dado por Q. Cuando el reclutamiento es total, Q = 1. En la langosta de Abreojos y la Bocana el reclutamiento total al arte de pesca ocurre, de acuerdo a la tasa de crecimiento estimada, a edades mayores de 8 años en las hembras y a partir de los 7 años para los machos. Por lo tanto, el nivel promedio de reclutamiento para ambos sexos se estima aproximadamente a los 8 años de edad, equivalente a una talla de 86 mm. de cefalotórax (Tabla 2).

De acuerdo con la formula de Doi *et al.* (*op. cit*) el valor de $Q_8 = 0.684$ para la edad de 8 años.

Tamaño de la población en el mar (Ni)

Conocidos Q, S, So y Nc el número de individuos de la población en el mar puede estimarse como sigue:

$$N_i = N_8 (Q \cdot S + (1 - Q) S_0) S^{i-8}$$

y el número de individuos de la población capturable Nc

$$N_c = N_8 (Q + (Q \cdot S + (1 - Q) S_0) \sum_{i=1}^{30} S^{i-8})$$

Dado que conocemos el valor de $N_c = 2.44 \times 10^6$ podemos estimar el número de individuos en el mar desde la edad de 8 años en adelante hasta N_{30} para obtener el tamaño de la población inicial (N_i) en el mar.

Considerando entonces la fracción de cada grupo de edad afectado por Q y la no sujeta a captura (1-Q), a partir de los 8 años de edad podemos obtener la suma total de individuos, o sea la población inicial.

Por lo tanto,

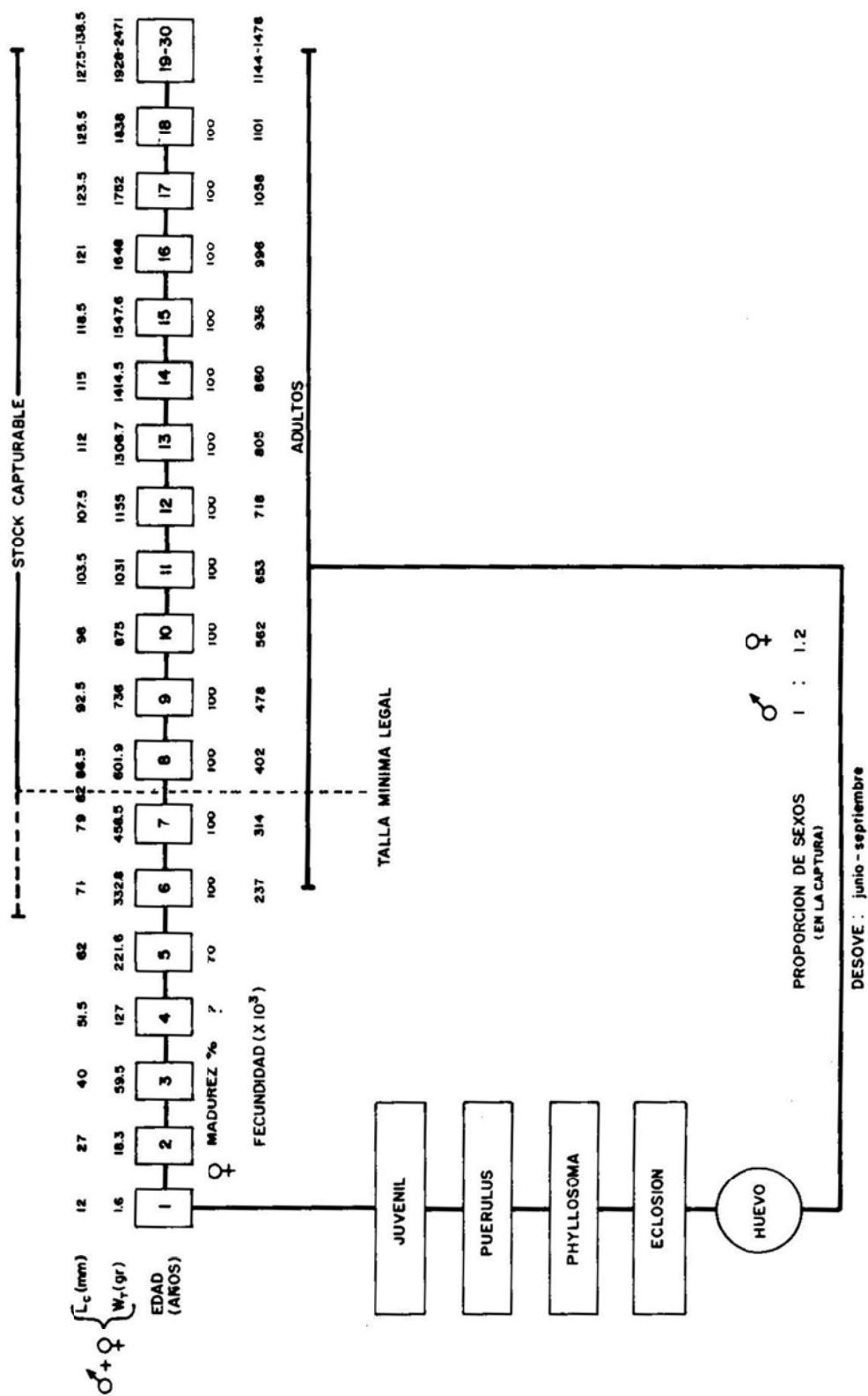
$$N_i = 2.808 \times 10^6 \text{ individuos en el mar}$$

Diagnóstico de la pesquería

El diagrama de la figura 4 sintetiza la información mínima necesaria para emprender las diagnósicos del ciclo de vida de Doi. La figura resume la estructura por edades de la población adulta de *P. interruptus*, los límites del stock desovante en términos de madurez sexual, según los muestreos de la captura y las primeras estimaciones de la fecundidad promedio. El resto de los parámetros poblacionales K, Z, M, F, ya han sido estimados.

Obtenidos los parámetros básicos y una estimación del tamaño de la población capturada (N_c) y en el mar (N_i), es posible aplicar una serie de técnicas de diagnóstico para conocer el estado que guarda el recurso. En este trabajo únicamente se aplican dos tipos de diagnóstico: el de la edad mínima de captura (Diagnóstico 1) y el del cálculo de la captura óptima bajo diferentes condiciones de esfuerzo de pesca (Diagnóstico 3), que en la práctica es una estimación de rendimiento óptimo sostenible. Para el detalle del método de ambos diagnósticos se refiere al lector a Doi *et al.* (1977).

Diagnóstico 1. Siguiendo las curvas de rendimiento de la biomasa teórica en el stock virgen (Fig.3) se observa que los máximos incrementos de biomasa se alcanzan a los 7 años de edad para un valor de $S_0 = 0.7$. Con una sobrevivencia de $S_0 = 0.8$ la máxima biomasa ocurre a los 8 años de edad. A partir de estas edades los incrementos en biomasa son mas reducidos y las curvas descienden hasta que los últimos grupos de edad desaparecen entre los 25 y 30 años de edad.

FIGURA 4. MODELO DE CICLO DE VIDA DE *P. interruptus*.

Lo anterior sugiere que la captura de langosta entre los 7 y 8 años de edad sería lo más adecuado para esta área. En la práctica, según nuestra ecuación de crecimiento, los machos entran a la captura después de los 6 años de edad, pero las hembras se reclutan a la pesquería más tardíamente, a los 8 años. Si nuestras estimaciones son correctas en cuanto a la longevidad de esta especie, entonces la talla mínima de captura que actualmente se aplica de 82.5 mm, equivalente a 6.5 años en los machos y ligeramente por encima de los 8 años en las hembras, resulta la indicada.

Sobre este aspecto hay un elemento que conviene discutir: la captura incidental de individuos por debajo de la talla legal de captura, los cuales no entran a la descarga en las plantas cocedoras, lugar de donde proviene la fuente principal de nuestros muestreos, es un elemento que hay que tomar en consideración. En la práctica hay una fracción de individuos menores de 8 años que no alcanzan la talla legal pero que son capturados incidentalmente. ¿Qué proporción de esta langosta son hembras menores de 8 años? De momento no contamos con esta información pero señala un punto en las investigaciones futuras a estimar, pues esto puede obligar a recalcular Q y por consiguiente el tamaño de la población en el mar ni el cual podríamos estar subestimando.

Diagnosis 3. Se tiene estimada la situación actual del recurso. De acuerdo con esto:

$$S = 0.564, Z = 0.572, M = 0.43, F = 0.14 \text{ y } E = 0.106$$

Para determinar el nivel óptimo de explotación, Doi propone la simulación de diversos valores de F , desde 0.1 hasta 1.0, calculando los cambios teóricos que sufriría la población en número y peso. Utilizando simultáneamente diferentes valores de E es posible obtener la cifra de captura teórica (Y) para cada nivel de F .

Por otra parte, utilizando las estimaciones de fecundidad y porcentaje de individuos maduros por cada grupo de edad, se obtuvo un valor teórico de los huevecillos liberados por la población reproductora (H). Relacionando estas cifras con el número de huevecillos teóricamente desovados por el stock virgen, es decir con una sobrevivencia S_0 de 0.65, se obtuvo la tasa de decremento de huevecillos o potencial reproductor para cada nivel de población. Con estos datos se construyeron las curvas de la figura 5.

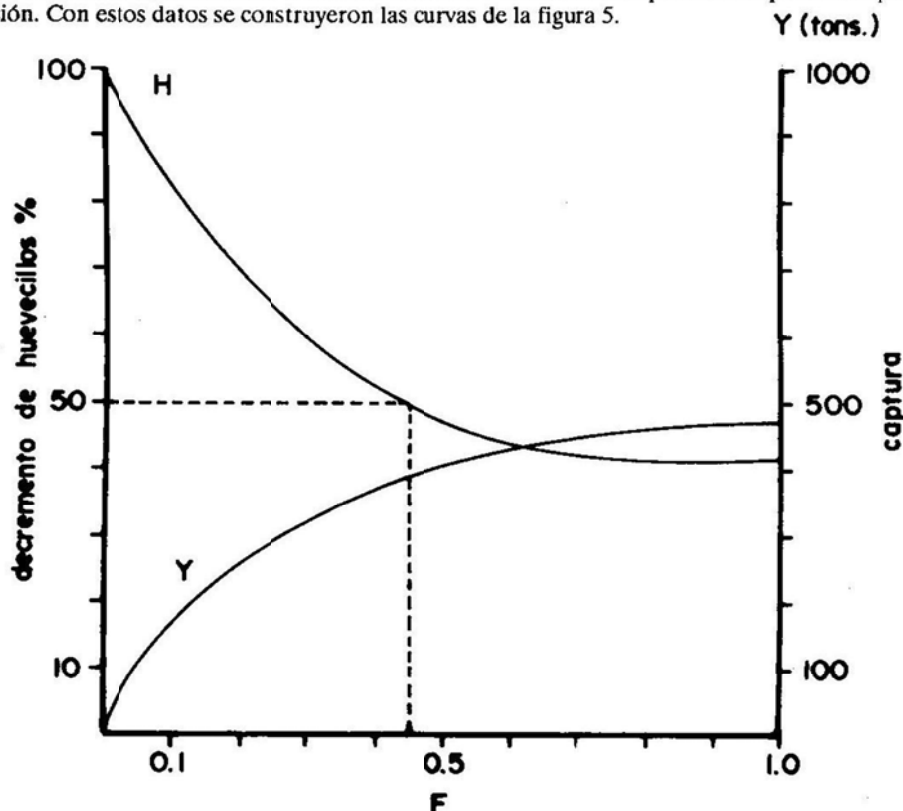


FIGURA 5. DIAGNOSIS 3. RENDIMIENTO TEORICO DE CAPTURA (Y) Y PRODUCCION DE HUEVECILLOS (H) DE LA POBLACION, BAJO DIFERENTES NIVELES DE INTENSIDAD DE PESCA (F). LA LINEA PUNTEADA (50%) CORTA LA CURVA DE CAPTURA TEORICA (Y) INDICANDO EL NIVEL OPTIMO DE CAPTURA (F).

El decremento de huevecillos se maneja como un elemento crítico para decidir el nivel óptimo de explotación. Para la mayoría de las especies se adopta el criterio de una tasa de decremento no menor del 50%, como nivel de producción de huevecillos mínimo que puede garantizar el reemplazo de la población en el futuro.

La línea punteada de la figura 5 señala el cruce de este nivel del 50 % con la curva de captura teórica (Y) y corta el eje de las x en donde el valor resultante de F, o intensidad de explotación, es 0.45, el cual correspondería a una captura cercana a las 380 toneladas.

La tabla 3 resume los resultados de esta diagnosis. De acuerdo con el gráfico, la captura actual de esta área está en 177 ton. promedio y podría, según el modelo, incrementarse con mayor esfuerzo (triplicándolo) alcanzar una captura teórica de 380 ton. Sin embargo, esto llevaría a una reducción de la CPUE a 0.38 kg/trampa/noche. La decisión de incrementar el esfuerzo de pesca dependería de consideraciones de costos sociales y económicos que el modelo no determina.

TABLA 3. RENDIMIENTOS DE CAPTURA TEORICOS PARA LA LANGOSTA DEL AREA BOCANA-ABREOJOS, B.C.S. BASADO EN DATOS CORRESPONDIENTES AL PERIODO 1971-1975.

Parámetros	Nivel actual	Optimo
H (% reducción huevecillos)	77%	50%
F	0.14	0.45
Y(ton.)	177	380
X (total trampas/noche x10 ³)	304.6	979.3
Y/X (CPUE trampa/noche)	0.58 kg.	0.38

El análisis poblacional de esta pesquería en la zona Bocana-Abreojos, muestra la gran flexibilidad del método del ciclo de vida de Doi, el cual ha sido aplicado a diferentes especies de la pesca mexicana. Como todo modelo, resulta una aproximación que depende en gran medida de la naturaleza de los datos que sirven de base. En el presente caso la pesquería se muestra estable, y según la diagnosis, su rendimiento podría ser incrementado con un mayor nivel de esfuerzo. A la distancia de varios años adelante de la fecha en que se realizó este análisis, la captura permanece estabilizada alrededor de 180 ton. (Espinoza *et al.* 1986). Desconocemos el número de trampas que efectivamente operan en toda la zona, pero si se mantienen dentro de las 50 o 60 trampas por pescador, cantidad con que desde hace años se maneja esta pesquería, probablemente esto explique la aparente estabilidad de los volúmenes de captura en esa zona, diez años después.

La aportación de este análisis como material de referencia a los parámetros poblacionales y nivel de explotación de *Panulirus interruptus* en esa zona de Baja California, constituyen datos que, pese a las limitaciones impuestas al modelo por las causas señaladas en la Diagnósis 3, enriquecen el banco de datos biológicos y poblacionales de esta especie. Nuevas estimaciones y nuevos enfoques en la investigación sobre reclutamiento, permitirán alcanzar en el corto plazo, la meta de una administración óptima para esta pesquería.

RECONOCIMIENTOS

El presente artículo se inscribe dentro de los objetivos de trabajo planteados en el proyecto DEPI 851167 financiado por el Instituto Politécnico Nacional.

LITERATURA CITADA

- AYALA, M. Y., J. PINEDA B. A.J. DIAZ de LEON. 1976 Análisis comparativo de las temporadas de pesca 1971-1972 y 1972-1973 de la langosta roja *Panulirus interruptus* registrada en Baja California Norte. Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. SIC/Subsecretaría de Pesca INP Vol. Abulón/Langosta 38-75
- AYALA, M. Y. 1983. Madurez sexual y aspectos reproductivos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall) en la costa oeste central de la península de Baja California. Ciencia Pesquera I N P 4:35-84

- AYALA, M. Y. y H. CHAVEZ. 1985. Nota sobre la colecta de larvas y juveniles de langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall) en la costa occidental de Baja California, México. Ciencias Marinas, Méx. 11 (2):93-100
- AYALA, M. Y. J. GONZALEZ y G. ESPINOZA C. 1988. Biología y pesca de la langosta del Pacífico mexicano. En Sepesca (ed.): Los recursos pesqueros del país 267-286
- CASSIE, R. M. 1952 Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. Aust. J. Freshwater Res. 5: 513-522
- CHAPA, H. S. 1964. Contribución al conocimiento de la langosta roja del Pacífico mexicano y su pesquería. Dir. Gral. de Pesca SIC, INIBP. (6): 5-68
- DOI, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras/compendio para uso práctico. SIC/Subsec. Pesca. INP/SI:m12
- DOI, T., S. A. GUZMAN DEL PROO, V. MARIN A., M. ORTIZ Q., T. MUÑOZ. 1977. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo *Haliotis corrugata* en Abreojos e Isla Cedros B.C. INP/SC 18:1-17
- ESPINOZA, G., F. LOPEZ S. y J. G. GONZALEZ. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984-1985 de langosta roja *Panulirus interruptus* en la costa occidental de Baja California. Cont. Biol. y Tec. CRIP Ensenada 3:94-110
- PINEDA, B. J. y A. J. DIAZ de LEON. 1976. Informe de la temporada de pesca 1973-74 de langosta roja *Panulirus interruptus*. Composición de la captura y esfuerzo de pesca en el noroeste de Baja California. Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. SIC/Subsecretaría de Pesca, INP. Vol. Abulón/Langosta 103-144
- PINEDA, B. J., A. J. DIAZ de LEON, F. LOPEZ S. 1976. Principales áreas de pesca de langosta en la costa occidental de Baja California. Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. SIC/Subsecretaría de Pesca, INP. Vol. Abulón/Langosta 1-36
- PINEDA, J. A. J. DIAZ de LEON y F. URIBE. 1981 Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1842) en Baja California. Ciencia Pesquera, Inst. Nal. Pesca I (1):99-117

RECLUTAMIENTO Y CLAVES PARA EL ASENTAMIENTO Y METAMORFOSIS EN MOLUSCOS MARINOS

Ricardo Searcy Bernal *

RESUMEN

Esta contribución analiza la importancia de las claves ambientales para el asentamiento larval, en el proceso de reclutamiento de moluscos marinos.

Por lo menos en 50 especies de este grupo se ha reportado un asentamiento selectivo sobre organismos específicos, o sustratos modificados por éstos, que proporcionan claves químicas detectadas por las larvas y que desencadenan la metamorfosis. En el caso de los gasterópodos, el valor de esta adaptación reside principalmente en que los organismos clave representan una importante fuente alimenticia postlarval; mientras que para los bivalvos se sugieren otro tipo de implicaciones ecológicas.

Algunos de los conceptos discutidos son: estadios larvales precompetentes y competentes, retraso de la metamorfosis, claves subóptimas y factores que afectan la especificidad de respuesta a claves ambientales. Se utiliza el abulón (*Haliotis spp.*), para ejemplificar la mayoría de estos conceptos.

ABSTRACT

This article analyses the importance of the environmental factors for larval settlement during the recruitment process of marine molluscs.

It has been reported, in at least 50 species within this group that there is selective settlement on specific organisms or substrates modified by them, due to chemical substances detected by larval stages which stimulate their metamorphosis. The main value of this adaptation in gastropods is that key organisms are representing an important food supply, whereas in the case of bivalves other ecological implications are suggested.

Some of the concepts discussed are: precompetence and competent larval stages, metamorphosis delay, suboptim keys and other factors that affect the specific response to the environmental factors. Abalone (*Haliotis spp.*) is used as an example for most of these above concepts.

INTRODUCCION

El reclutamiento exitoso de las larvas planctónicas de organismos bentónicos en el hábitat apropiado, es un proceso imprescindible para el mantenimiento de sus poblaciones. El conocimiento de los factores que lo afectan, reviste importancia no sólo desde el punto de vista ecológico, sino que puede tener implicaciones prácticas en el manejo de pesquerías, acuicultura y control de organismos incrustantes ("fouling") en obras humanas. Uno de estos factores es el requerimiento larval de un estímulo externo o clave ambiental, para desencadenar la metamorfosis en muchas especies de invertebrados acuáticos (Crisp, 1974; Hadfield, 1978; Burke, 1983).

En esta contribución se examina someramente el papel de las claves ambientales para la metamorfosis de moluscos marinos, poniendo énfasis en aquellas que se asocian con la presencia de otros organismos. Por otro lado, se hace un breve resumen sobre el tema para el caso del abulón (*Haliotis spp.*), que es el gasterópodo de mayor importancia comercial en Baja California y uno de los moluscos más estudiados en este contexto.

ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS

El desarrollo de las larvas planctónicas de moluscos bentónicos se puede dividir en dos etapas: una en la cual la larva no está aun preparada para sufrir la metamorfosis o etapa precompetente, y otra en la que la larva puede metamorfizarse si encuentra un sustrato adecuado o etapa competente. El inicio de esta última etapa se asocia en algunos moluscos con características morfológicas como la aparición del propodio, manchas oculares, cierto grado de desarrollo de los tentáculos cefálicos u otras estructuras sensoriales, etc. (Hadfield, 1978).

Adicionalmente, las larvas competentes presentan un comportamiento bentónico de exploración de sustratos o asentamiento, que puede ser reversible alternándose con periodos de natación en la columna de agua adyacente, hasta que la larva inicia los cambios morfogénéticos irreversibles que la confinarán a la vida bentónica o metamorfosis y que incluyen la pérdida de las estructuras utilizadas para la natación (Hadfield, 1978; Burke, 1983; Cameron, 1986). Frecuentemente existe confusión en cuanto al significado de estos dos términos. Así, cuando se habla de claves para el asentamiento, generalmente se trata de claves para la metamorfosis (ver por ejemplo Crisp, 1974).

Durante el periodo competente, las larvas pueden retrasar su metamorfosis hasta encontrar claves ambientales adecuadas. Estas pueden ser simplemente físicas como la dureza o textura del sustrato, características de iluminación o velocidad de corrientes; sin embargo, larvas de muchas especies requieren la presencia de organismos de la misma u otra especie particular para poder desencadenar su metamorfosis. Este último tipo de claves han sido denominadas biogénicas (Hadfield, 1978) y revisten una especial importancia desde los puntos de vista ecológico y evolutivo. En general, se acepta que las claves biogénicas son sustancias químicas de los organismos inductores, las cuales son detectadas por receptores larvales que transmiten la señal necesaria para iniciar el proceso metamórfico (Chia, 1978; Burke, 1983; Morse, 1990).

CLAVES BIOGENICAS PARA LA METAMORFOSIS LARVAL

Aspectos metodológicos

La existencia de estas claves se puede inferir a través de tres tipos de evidencia (tabla 1). En primer término, se puede mencionar la observación en el campo de patrones de distribución no aleatorios, sino sobre o cerca de organismos de la misma o diferente especie (gregarios o asociativos respectivamente). Sin embargo, estas observaciones de reclutamiento al área no se realizan generalmente al tiempo del asentamiento, sino sobre juveniles de suficiente edad para tener una talla fácilmente detectable (Hadfield, 1986). De esta forma, los patrones no aleatorios de distribución espacial de juveniles, se pueden explicar alternativamente por un asentamiento aleatorio seguido de una mortalidad diferencial (Crisp, 1974; Hadfield, 1986).

Una segunda fuente de evidencia, proviene de experimentos de laboratorio en los que larvas competentes son adicionadas a recipientes con diferentes especies y sustratos. El asentamiento selectivo sobre organismos específicos que se puede demostrar con este tipo de ensayos, puede ser una prueba del carácter biológico del estímulo; sin embargo, no es posible separar su naturaleza química de otros factores físicos como textura, contorno, etc. Para esto, se requiere verificar el efecto inductor de extractos o sustancias purificadas de los organismos que estimulan la metamorfosis larval de la especie bajo estudio. Este tercer tipo de evidencia es el más riguroso sobre la existencia y naturaleza de las claves biogénicas (Crisp, 1974; Morse *et al.*, 1979; Burke, 1983; Hadfield, 1986).

Tipos de claves biogénicas en moluscos marinos

Estas claves se han sugerido para especies de diversos grupos de invertebrados marinos como cirripedios, hidrozoarios, equinodermos y tunicados (Crisp, 1974; Burke, 1983); pero posiblemente el mayor número de casos estudiados corresponde al grupo de los moluscos (Hadfield, 1978, 1986).

La tabla 2 resume una revisión bibliográfica practicada por el autor a fines de 1989, sobre la ocurrencia de claves biogénicas en moluscos marinos. En la elaboración de esta tabla, se complementó la información de las excelentes revisiones de Crisp (1974), Hadfield (1978, 1986) y Burke (1983), con otros trabajos no incluidos en ellas (Heslinga, 1981; Steneck, 1982; Rumrill y Cameron, 1983; Todd y Havenhand, 1985; Nell y Holliday, 1986; Eyster y Pechenik, 1987, 1988; Hubbard, 1988; Nadeau *et al.* 1989). Como se puede observar, se han aportado evidencias sobre la existencia de estas claves para por lo menos 50 especies de moluscos marinos, de las cuales 34 (68%) corresponden a la Clase Gastropoda.

TABLA 1. TIPOS DE EVIDENCIA QUE SUSTENTAN LA EXISTENCIA DE CLAVES BIOGENICAS PARA LA METAMORFOSIS LARVAL DE INVERTEBRADOS ACUATICOS (en base a Crisp, 1974)

DESCRIPCION	COMENTARIOS
A. Observaciones de campo sobre patrones de distribución de juveniles, sobre o cerca de organismos determinados de la misma u otra especie.	Pueden ser explicados alternativamente por un asentamiento aleatorio y mortalidad diferencial posterior.
B. Demostración experimental <i>in vivo</i> de la especificidad en pruebas de laboratorio, en las que se ofrecen diferentes especies y sustratos a larvas competentes.	Es difícil concluir sobre la naturaleza del estímulo ya que no se pueden separar factores físicos y químicos.
C. Verificación de la actividad de extractos o sustancias aisladas de las especies inductoras.	Etapas más rigurosas en la demostración del carácter químico del estímulo.

En la mayoría de los pastoreadores ("grazers") estudiados (gasterópodos y quitones), el organismo sobre el que se asientan las larvas constituye el alimento de postlarvas o juveniles; sin embargo, en el caso de los filtroalimentadores (bivalvos) el valor de esta adaptación parece relacionarse con otras características apropiadas del hábitat (ver por ejemplo Hadfield, 1978). Por otro lado, en la mayoría de las especies estudiadas (64%) se han realizado pruebas de laboratorio *in vivo* sobre la especificidad (evidencia tipo B), mientras que sólo en 14 especies (28%) se ha verificado la actividad de extractos o sustancias purificadas de los organismos clave (evidencia tipo C) (tabla 2).

Un rasgo muy interesante es que aunque en general se observa una clara preferencia larval por el organismo clave, es común la respuesta menos eficiente a otras claves subóptimas. De las 50 especies de la tabla 2, por lo menos 18 (36%) responden a claves subóptimas y de estas 16 son gasterópodos (47% de esta Clase). Por ejemplo, es bastante generalizada cierta respuesta a películas microbianas o a la presencia de organismos conspecíficos, cuando la clave óptima no es proporcionada. En algunas de estas especies existe evidencia de que la especificidad del estímulo disminuye, conforme avanza la edad larval fisiológica después de alcanzada la competencia (Hadfield, 1976; Heslinga, 1981; Todd y Havenhand, 1985; Hubbard, 1988).

TABLA 2. NUMERO DE ESPECIES DE MOLUSCOS EN LOS QUE SE HA INFERIDO LA OCURRENCIA DE CLAVES BIOGENICAS PARA LA METAMORFOSIS LARVAL Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE ESTAS

CLASE	VALOR ADAPTATIVO		EVIDENCIA (1)			OTROS ESTUDIOS (2)	
	No.spp.	ALIMENTO	OTRO	A	B	C	
GASTROPODA	34	30	4	2	26	6	7
LAMELLIBRANCHIA	13	0	13	2	5	6	4
AMPHINEURA	3	3	0	0	1	2	1
TOTALES	50	33	17	4	32	14	12

(1) Ver tabla 1.

(2) Pueden incluir pruebas con neurotransmisores o iones; determinación de factores que afectan la inducción y mecanismos involucrados; interacción de claves; aspectos genéticos, etc.

EL CASO DEL ABULON (*Haliotis* spp.)

El género *Haliotis*, es uno de los más estudiados respecto a los requerimientos larvales para la metamorfosis y puede ser utilizado para ejemplificar los distintos conceptos hasta ahora mencionados.

Las larvas de estos gasterópodos son lecitotróficas (no requieren alimentación exógena) y adquieren la competencia para la metamorfosis entre 4 y 10 días después de la fertilización, dependiendo de la especie y factores ambientales (Hooker y Morse, 1985). Experimentos de laboratorio han demostrado que estas larvas no poseen mecanismos endógenos para disparar la metamorfosis, sino que dependen de estímulos externos. Si estos no se proporcionan, las larvas pueden permanecer más de tres semanas en estadio planctónico, pero menos de un 1% sufrirá la metamorfosis y eventualmente sobrevivirá (Morse, 1984).

En el medio natural el estímulo para la metamorfosis en las especies de haliótidos estudiadas es proporcionado fundamentalmente por algas coralinas incrustantes. Esta relación fue sugerida inicialmente por la concentración de juveniles en rocas colonizadas por estas algas (Crofts, 1929; Shepherd, 1973) y posteriormente mediante estudios de campo con métodos que permiten la detección de postlarvas. (Shepherd y Turner, 1983; Prince y Ford, 1985)(evidencia tipo A).

Experimentos de laboratorio con *Haliotis rufescens*, han confirmado que las larvas se asientan preferentemente en algas coralinas incrustantes de varias especies, en comparación con otros sustratos y especies animales y vegetales de su medio ambiente, incluyendo el alga *Macrocystis pyrifera* que es el principal alimento de juveniles y adultos (Morse *et al.* 1979, 1980)(evidencia tipo B). Sin embargo, las postlarvas recién metamorfasadas se alimentan de flora microscópica asociada a las algas coralinas incrustantes así como de estas mismas, adquiriendo su pigmentación lo que les proporciona protección contra depredadores visuales. Por otro lado, estas algas reciben beneficios como la remoción de epifitas por las postlarvas. Esta relación ha sido interpretada en términos coevolutivos (Morse y Morse, 1984).

Finalmente, se han preparado extractos químicos activos de esas algas (evidencia tipo C) y se ha avanzado en la caracterización de las moléculas de la superficie algal que estimulan la metamorfosis larval (Morse y Morse, 1984; Morse, 1990), las cuales aparentemente se relacionan estructuralmente con el ácido gamma-aminobutírico (GABA). Este aminoácido es un potente inductor disponible comercialmente a bajo costo y su uso ha permitido el estudio de aspectos como la facilitación, habituación, localización de receptores larvales, determinación de mecanismos de inducción, etc. (Barlow, 1990; Morse, 1990). Por ejemplo, se ha descubierto que la presencia de algunos diaminoácidos, pueden amplificar hasta 100 veces la sensibilidad larval al GABA (Morse, 1990).

Por otro lado, el GABA está teniendo cada vez más aplicación en la acuicultura de estos gasterópodos, ya que ofrece la posibilidad de un mejor control de la etapa crítica de inducción de la metamorfosis (Morse, 1990; Searcy-Bernal *et al.*, 1992). Tradicionalmente esta inducción se ha realizado utilizando claves subóptimas como películas de diatomeas y bacterias en los recipientes de cultivo o mucus secretado por abulones juveniles o adultos, las cuales generalmente tienen una eficiencia menor del 20%, que contrasta con el 75 a 90% del GABA (Hooker y Morse, 1985; Searcy-Bernal *et al.*, 1992).

Aparentemente también las larvas de este molusco pierden paulatinamente, especificidad al estímulo metamórfico, conforme transcurre la etapa competente. Esto podría explicar el éxito ocasional de las claves subóptimas señaladas en experiencias de cultivo, utilizando posiblemente larvas competentes de mayor edad fisiológica (Tong y Moss, 1989; Searcy-Bernal *et al.*, 1992).

CONCLUSIONES

La ocurrencia de claves biogénicas para la metamorfosis de moluscos marinos no es un fenómeno raro y representa una adaptación muy importante para garantizar un reclutamiento al área exitosa. Por otro lado, la disminución de la especificidad conforme avanza la edad larval dentro de la etapa competente, podría proporcionar la opción de completar la metamorfosis por lo menos en hábitats subóptimos, a larvas que por algún motivo nunca entraron en contacto con el organismo clave y que de otra manera morirían en el plancton.

Además de la aplicación en acuicultura, la existencia de este tipo de adaptación larval puede tener implicaciones prácticas en el renglón de manejo de recursos, ya que dentro de los esquemas de administración es conveniente contemplar la disponibilidad y protección de sustratos u organismos clave para las larvas de la especie que se trate. Por ejemplo, en el caso del abulón es importante la presencia de áreas rocosas colonizadas por algas coralinas incrustantes, cerca de los bancos de reproductores. Adicionalmente, el conocimiento de esta relación ecológica, puede tener un papel decisivo en el diseño de programas de muestreo para evaluar el reclutamiento al área de organismos bentónicos.

LITERATURA CITADA

- BARLOW, L.A. 1990. Electrophysiological and behavioral responses of larvae of the red abalone (*Haliotis rufescens*) to settlement-inducing substances. *Bull. Mar. Sci.* 46:537-554.
- BURKE, R.D. 1983. The induction of metamorphosis of marine invertebrate larvae: stimulus and response. *Can. J. Zool.* 61:1701-1719.
- CAMERON, R.A. 1986. Introduction to the invertebrate larval biology workshop: A brief background. *Bull. Mar. Sci.* 39:145-161.
- CHIA, F.S. 1978. Perspectives: settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. p.283-285 in: Chia, F.S. and Rice, M.E. (eds). *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae*. Elsevier, Amsterdam.
- CRISP, D.J. 1974. Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae. p.177-277 in: Grant, P.T. and Mackie, A.M. (eds). *Chemoreception in marine organisms*. Academic Press, London.
- CROFTS, D.R. 1929. *Haliotis*. Liverpool Mar. Biol. Comm. Mem. Typ. Br. Mar. Plants Animals, No. 29, 174pp.
- EYSTER, L.S. and PECHENIK, J.A. 1987. Attachment of *Mytilus edulis* L. larvae on algal and byssal filaments is enhanced by water agitation. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 114:99-110.
- EYSTER, L.S. and PECHENIK, J.A. 1988. Comparison of growth, respiration and feeding of juvenile *Crepidula fornicata*, following natural or KCl-triggered metamorphosis. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 118:269-279.
- HADFIELD, M.G. 1978. Metamorphosis of marine molluscan larvae: an analysis of stimulus and response. p.165-176 in: Chia, F.S. and Rice, M.E. (eds). *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae*. Elsevier, Amsterdam.
- HADFIELD, M.G. 1986. Settlement and recruitment of marine invertebrates: a perspective and some proposals. *Bull. Mar. Sci.* 39:418-425.
- HESLINGA, G.A. 1981. Larval development, settlement and metamorphosis of the tropical gastropod *Trochus nilotocus*. *Malacologia* 20:349-357.
- HOOKE, N. and MORSE, D.E. 1985. Abalone: The emerging development of commercial cultivation in the United States. p.365-413 in: J.V. Huner and E.E. Brown, (Editors), *Crustacean and mollusc aquaculture in the United States*, AVI Publishers, Westport, USA.
- HUBBARD, E.J.A. 1988. Larval growth and the induction of metamorphosis of a tropical sponge-eating nudibranch. *J. Moll. Stud.* 54:259-269.
- MORSE, D.E. 1984. Biochemical and genetic engineering for improved production of abalones and other valuable molluscs. *Aquaculture* 39: 263-282.
- MORSE, D.E. 1990. Recent progress in larval settlement and metamorphosis: closing the gaps between Molecular Biology and Ecology. *Bull. Mar. Sci.* 46: 465-483.
- MORSE, D.E., HOOKE, N., DUNCAN, H. and JENSEN, L. 1979. Gamma-aminobutyric acid, a neurotransmitter, induces planktonic larvae to settle and begin metamorphosis. *Science* 204: 407-410.
- MORSE, D.E., TEGNER, M., DUNCAN, H., HOOKE, N., TREVELYAN, G. and CAMERON, A. 1980. Induction of settling and metamorphosis of planktonic molluscan (*Haliotis*) larvae III: signaling by metabolites of intact algae is dependent on contact. p.67- 85 in Muller-Schwarze, D. and Silverstein, R.M. (eds). *Chemical signals*. Plenum Publ. N.Y.
- MORSE, A.N.C. and MORSE, D.E. 1984. Recruitment and metamorphosis of *Haliotis* larvae induced by molecules uniquely available at the surfaces of crustose coralline algae. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 75:191-215.

- NADEAU, L., PAIGE, J.A., STARCZAK, V., CAPO, T., LAFLER, J. and BIDWELL, J.P. 1989. Metamorphic competence in *Aplysia californica* Cooper. J. exp. mar. Biol. Ecol. 131:171-193.
- NELL, J.A. and HOLLIDAY, J.E. 1986. Effects of potassium and copper on the settling rate of Sidney rock oyster (*Saccostrea commercialis*) larvae. Aquaculture 58:263-267.
- PRINCE, J.D. and FORD, W.B. 1985. Use of anaesthetic to standarize efficiency in sampling abalone populations (genus *Haliotis*; Mollusca: Gastropoda). Aust. J. mar. Freshwat. Res. 36:701-706.
- RUMRILL, S.S. and CAMERON, R.A. 1983. Effects of gamma-aminobutyric acid on the settlement of larvae of the black chiton *Katharina tunicata*. Mar. Biol. 72:243-247.
- SEARCY-BERNAL, R., SALAS-GARZA, A.E., FLORES-AGUILAR, R.A. and HINOJOSA-RIVERA, P.R. 1982. Simultaneous comparison of methods for settlement and metamorphosis induction in the red abalone (*Haliotis rufescens*). Aquaculture, in press.
- SHEPHERD, S.A. 1973. Studies on southern Australian abalone (genus *Haliotis*). I. Ecology of five sympatric species. Aust. J. mar. Freshwat. Res. 24:217-257.
- SHEPHERD, S.A. and TURNER, J.A. 1985. Studies on southern Australian abalone (genus *Haliotis*) VI. Habitat preference, abundance and predators of juveniles. J. exp. mar. Biol. Ecol. 93:285-298.
- STENECK, R.S. 1982. A limpet-coralline algae association: adaptations and defenses between a selective herbivore and its prey. Ecology 63:507-522.
- TODD, C.D. and HAVENHAND, J.N. 1985. Preliminary observations on the embryonic and larval development of three dorid nudibranchs. J. Moll. Stud. 51:97-99.
- TONG, L.J. and MOSS, G.A., 1989. The New Zealand culture system for abalone. Presentation at the First International Symposium on Abalone, La Paz, México, November 21-25, 1989.

BIO- ECOLOGIA DEL CAMBIO DE TAMAÑO Y HABITAT EN ORGANISMOS BENTONICOS: RESULTADOS EXPERIMENTALES EN EL CANGREJO INTERMAREAL *Pachygrapsus crassipes*.

Ana María Escofet *
Marina Robles *
Astrid Montiel *
Ernesto Arias *

RESUMEN

La mayoría de las especies bentónicas, de las que no pocas son de interés económico, presentan en su ciclo de vida ambas o al menos una de las siguientes características: 1) periodo larval en columna de agua; 2) cambios de tamaño hasta alcanzar el estado adulto. Los riesgos, o factores de mortalidad, asociados con cada etapa son varios, y hacen que la predicción del tamaño del efectivo de los Recursos Bentónicos sea un tema central y nada sencillo de resolver. El cangrejo intermareal *Pachygrapsus crassipes* (Brachyura: Grapsidae) es un modesto bentonte cuya biología puede muy bien ilustrar algunos rasgos comunes a muchas especies bentónicas. A partir de su primer estadio en el fondo, y a medida que va aumentando de tamaño, los individuos de esta especie muestran marcados cambios de hábitat a ciertas tallas más o menos fijas: hasta los 5mm. de ancho de caparazón están asociados con intersticios entre las colonias arrecifales del poliqueto *Phragmatopoma californica*; entre los 5 y 12mm., con los intersticios en lechos de mejillón; de allí en adelante, con grietas en rocas. Experimentos de campo y laboratorio han mostrado que: 1) el asentamiento y sobrevivencia de juveniles es independiente de la naturaleza biótica del hábitat, habiendo respondido exitosamente a estructuras artificiales que mimetizan los hábitats naturales; 2) el balance de los riesgos y beneficios asociados a una incursión alimentaria varían con la talla y presencia de depredadores; 3) la ausencia de refugios se percibe como un factor de estrés frente al cual llega a inhibirse la muda; 4) los refugios adecuados son defendidos activamente; 5) la ausencia de refugios adecuados aumenta la competencia intraespecífica y el canibalismo; 6) el riesgo representado por un depredador modifica la preferencia alimentaria, y puede llegar a disminuir en más del 80% la actividad de alimentación. Se considera que existe una relación interesante entre estos resultados y la problemática del reclutamiento de Recursos Marinos Bentónicos, y se destacan las ventajas de utilizar especies accesibles sin valor comercial para explorar experimentalmente ciertos procesos de interés común.

ABSTRACT

Life-cycles of most benthic invertebrates, among which there are many of commercial importance, exhibit both or at least one of the following features: 1) a pelagic larval stage; 2) large difference between larval/juvenile and adult size. Risks, or factors of mortality associated with each period are diverse, making the stock estimation of benthic resources a central and complex problem. The intertidal crab, *Pachygrapsus crassipes* (Brachyura: Grapsidae) is a modest benthic organism whose biology can illustrate some common features of many benthic species. After the first benthic stage, as growth proceeds, individuals show sharp changes in habitat at certain sizes: individuals of carapace width less than 5mm. are associated with reef colonies of *Phragmatopoma californica*; those in the 5mm.- 12mm. carapace width size interval are associated with mussel beds; larger sizes live in rock crevices. Field and laboratory experiments have shown that: 1) settlement and survival of juveniles is independent of biotic attributes of the habitat, as shown by the successful utilization of artificial habitats that simulate the natural ones; 2) the behavioral balance of costs and benefits associated with a feeding incursion are different according to the size of the crab and the presence of predators;

* Dep. Ecología, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, CICESE. B.C.

3) lack of refuges is perceived as a factor of stress which can even inhibit molt; 4) appropriate refuges are defended actively; 5) lack of adequate refuges increases intraspecific competition and cannibalism; and 6) the risk represented by a predator modifies the food preferences and can diminish feeding activities by up to 80%. It is argued that there exist an interesting relationship between our results and the general problem of recruitment of benthic marine resources, and that studies of readily available benthic marine invertebrates without commercial value can enlighten certain life history processes common to comparable species of commercial importance.

INTRODUCCION

El "cangrejo de las piedras", *Pachygrapsus crassipes* (Brachyura: Grapsidae) es un conspicuo componente del litoral rocoso del Pacífico, desde Oregon (EUA) a Baja California (México) (Hiatt, 1948). Su ciclo de vida se encuadra en los llamados Ciclos de Vida Complejos (Wilbur, 1980; 1984): período larval en columna de agua; asentamiento en etapa de megalopa; marcados cambios de tamaño (3- 44 mm) entre los primeros juveniles bentónicos y el adulto.

En la zona de Ensenada (Baja California, México) los individuos de diferentes tallas están asociados con tres hábitats diferentes: entre los 3 y los 5 mm. de ancho de caparazón se refugian en los espacios intertubulares de las colonias de *Pragmatopoma californica* (Polychaeta: Sabellariidae); entre los 5 y los 12 mm., en los intersticios de los lechos de mejillón (*Mytilus californicus*) y de allí en adelante en grietas del sustrato rocoso (Montiel *et al.*, 1984).

Las gaviotas, las anémonas y los propios conespecíficos (cannibalismo) son los principales agentes de mortalidad reconocidos por Hiatt (1948). A esta lista pueden agregarse, en la zona de Ensenada, los pulpos y algunos peces intermareales (Robles, 1989).

En el intermareal rocoso vecino a la ciudad y puerto de Ensenada, *P. crassipes* ha sido objeto de numerosos y continuos ejercicios de campo y algunas Tesis de Maestría (ver Robles, 1989) que han explorado el uso de hábitats de refugio y de alimentación por las diferentes tallas.

Varios segmentos particulares de la biología y ecología de *P. crassipes* en el intermareal rocoso de la zona de Ensenada guardan paralelismo con procesos comunes a otros organismos bentónicos con ciclo de vida complejo, varios de los cuales son de importancia comercial (abulón, langosta, caracol) por lo cual se consideró de interés reseñarlos en esta contribución.

MATERIALES Y METODOS

Con el propósito de agregar la información relevante al proceso general de reclutamiento de recursos marinos bentónicos, se extrajeron piezas selectas de tres Tesis de Maestría desarrolladas en torno a la biología y ecología del cangrejo intermareal *Pachygrapsus crassipes* en el intermareal rocoso cercano a Ensenada: asentamiento (Arias, 1986); comportamiento alimentario en relación con el riesgo y el tamaño corporal (Robles, 1989); efectos intra e interespecíficos del uso del microhábitat (Montiel, manuscrito). Las metodologías específicas pueden recobrase más extensamente en los trabajos individuales.

RESULTADOS

Los resultados experimentales con colonias artificiales mostraron que a pesar de que en la Naturaleza los juveniles de *P. crassipes* se encuentran exclusivamente asociados con las colonias arrecifales del *P. californica*, estas no son esenciales para el proceso.

La comparación de los organismos presentes en los espacios intertubulares de las colonias naturales y artificiales mostró siete rubros en común sobre un total de 12, con una similitud de 0.88 entre ambos elencos (Coeficiente de Similitud de Jaccard, CCj). En las colonias artificiales no se reclutaron *Pilumnus* sp. ni *Pachycheles rudis* (Anomura); en las colonias naturales no se registró la presencia de gasterópodos, ni megalopas de *P. crassipes* o de *Petrolisthes* sp. (Anomura). El resto de los organismos fueron comunes: *P. crassipes* (juveniles); *Petrolisthes* sp. (adultos); *Pagurus* sp. (Anomura); anfípodos e isópodos (Peracarida); poliquetos, y ofiuros. La similitud entre la fauna reclutada en colonias artificiales de un sitio protegido y un sitio expuesto al oleaje fue casi total (CCj = 0.99).

El comportamiento alimentario mostró relación con el riesgo que impone a las diferentes tallas el obligado abandono del refugio para llegar hasta el alimento.

En campo, los individuos de menor talla (menos de 10 mm. de ancho de caparazón) se desplazaron a corta distancia del refugio (3.3 2.6 cm.) mientras que los de mayor talla recorrieron mayor distancia por fuera de los refugios: 31.0 14.2 cm; 32.1 10.9 cm; 27.5 16.1 cm. respectivamente para individuos entre 10 y 20 mm., 20 y 30 mm. y 30 y 50 mm.

La respuesta frente a un peligro, medida experimentalmente en campo por el número de estímulos agresivos necesarios para hacerles abandonar el campo de alimentación y refugiarse, mostró que las tallas menores regresaron al refugio luego de 1.1 0.3 estímulos agresivos, mientras que las mayores lo hicieron luego de 2.0 1.1, 2.1 1.2, y 2.3 1.7 estímulos agresivos respectivamente. A pesar de que los individuos de menor talla fueron los más susceptibles a un peligro, reaparecieron más rápidamente fuera del refugio luego de la amenaza: 2.6 1.8 minutos, en contraste con 3.5 1.6 minutos, 3.6 1.4 minutos y 4.4 3.2 minutos.

La defensa del refugio ocupado por los individuos de *P. crassipes* en campo mostró, en todas las tallas, una relación con la calidad del mismo: frente a un agresor, los refugios inseguros fueron abandonados en 30 a 100 % de las oportunidades, mientras que los refugios seguros fueron conservados y a veces defendidos activamente en 50 a 80 % de las ocasiones.

Las variaciones en la calidad de la alimentación, estudiadas experimentalmente en laboratorio, mostraron dependencia con el uso relativo de los refugios y campos de alimentación en presencia o ausencia de una amenaza externa certificable: en ausencia de un depredador, los cangrejos consumieron 81% del alimento preferido, colocado lejos de sus refugios, mientras que en presencia de un depredador redujeron el consumo de alimento preferido al 32%. Como contraparte, sólo el 19% del alimento subpreferido, colocado cerca de los refugios, fue consumido en ausencia de un depredador, aumentando al 67% en presencia de éste.

El crecimiento individual, estudiado experimentalmente en laboratorio, mostró dependencia con la calidad del medio: en ausencia de refugios y presencia de congéneres de otras tallas, la muda se inhibió en el 100 % de los casos; cuando hubieron congéneres de otras tallas pero los cangrejos contaron con refugios, la muda se logró en 20 a 40 % de las ocasiones; cuando no hubieron congéneres de otras tallas, siempre con refugios disponibles, la muda se efectuó en 40 a 100% de los casos.

DISCUSION

La segregación de hábitats que muestran los individuos de *P. crassipes* de diferentes tallas es el primer atributo que atrae la atención de cualquier estudioso del bentos.

La presencia de juveniles de la primera talla en un microhábitat de origen biótico como son las colonias de *P. californica* abre la pregunta clásica: asentamiento preferencial o supervivencia diferencial?. En principio, los experimentos con colonias artificiales muestran que la componente biótica no es esencial, sino que cualquier estructura multitubular que defina espacios intersticiales sirve al mismo propósito.

Los puntos más llamativos de nuestros resultados con microhábitat artificiales son: 1) la presencia de megalopas en las colonias artificiales, y ausencia de las mismas en colonias naturales; 2) el reclutamiento exitoso en colonias artificiales colocadas tanto en sitios protegidos como expuestos, siendo que las colonias naturales sólo se desarrollan acabadamente en sitios protegidos y están limitadas por el oleaje en los sitios expuestos (León, 1986). El primer punto sugiere la posibilidad de usar estructuras artificiales como colectores de larvas para fines de cultivo; el segundo sugiere la posibilidad de manejar la expansión de hábitat como subsidio a poblaciones particulares.

Los complejos comportamientos mediante los cuales los organismos tienden a optimar su desempeño, y el modo en que estos comportamientos se van ajustando en la ontogenia (Wilbur, 1984) son un problema central de la Ecología. Las diferentes distancias de incursión alimentaria de los individuos de *P. crassipes* de diferentes tallas indican mayor riesgo para las tallas menores, reforzándose esto por la mayor vulnerabilidad a estímulos agresivos. Una mayor vulnerabilidad, o mayor sensibilidad al riesgo, es compensada conductualmente con incursiones cortas y rápido regreso frente al más leve disturbio. Conforme aumentó el tamaño corporal, los individuos pudieron alejarse más de los refugios y permanecer más tiempo en los campos de alimentación, reaccionando más tardíamente a un estímulo agresivo. La rápida reaparición de los más pequeños luego de una amenaza es aparentemente contradictoria con la mayor vulnerabilidad antes señalada, pero queda satisfactoriamente explicada considerando los mayores requerimientos energéticos de las tallas menores (Hiatt, 1948; Robles, 1989).

A pesar de que el uso relativo de refugios y campos de alimentación va variando con las tallas, el refugio aparece siempre como un elemento importante en la biología de *P. crassipes*. Sin embargo, en todos los casos, la importancia del refugio fue balanceada según la seguridad o inseguridad que se perciban en ellos. Un refugio es percibido como seguro cuando se ajusta con el tamaño del cuerpo, y como inseguro cuando es demasiado holgado o demasiado chico (Robles, 1989). La percepción de estas dos condiciones fue asombrosamente precisa en todas las tallas, que conservaron los primeros mientras que abandonaron sin cuestionamiento los segundos.

El modo en que las condiciones ambientales externas al individuo pueden limitar su desempeño inmediato (y, a mayor plazo, posiblemente su crecimiento y maduración, *sensu* Vadas, 1977) queda bien ilustrada por los experimentos en que las condiciones de riesgo forzaron a un consumo mucho mayor de alimento subpreferido, y queda fortalecida por el cese total del proceso de muda en las condiciones percibidas como de mayor rigor por todas las tallas (ausencia de refugios; presencia de congéneres de otras tallas).

En las disciplinas relacionadas con el manejo de poblaciones, la incorporación de las realidades biológicas de organismos bentónicos con ciclo de vida complejo implica atender a una dinámica espacial que abarca no sólo el pelagial y la zona costera (Possingham y Roughgarden, 1990) sino también columna de agua y fondos y, dentro de éstos, segmentos particulares para cada talla (Caddy y Sharp, 1986). La naturaleza comúnmente parchada de los fondos, sobre todo los más someros, determina que en la Naturaleza los procesos poblacionales ocurran en segmentos espaciales discretos, más que en las supuestas homogeneidades espacio- temporales transmitidas por la vasta mayoría de los modelos (Wiens, 1976).

A lo largo de la ontogenia, el cambio de tamaño corporal puede asociarse con cambios de hábitat, preferencia alimentaria, y vulnerabilidad tan marcados (Helfman, 1978; Wilbur, 1984) que ecológicamente significan sub-unidades poblacionales (Wilbur, 1984) y la totalidad de la dinámica poblacional puede estar regulada por eventos que ocurran en cada una o todas las fases (Moran y Whitham, 1988).

Pachygrapsus crassipes es una especie que ilustra adecuadamente los eventos biológicos y ecológicos de organismos bentónicos con ciclo de vida complejo. La información que hemos presentado sobre asentamiento y hábitat de los primeros juveniles bentónicos interesa posiblemente a cualquier recurso bentónico, pero el resto de la información quizás se aplique más específicamente a especies con alta movilidad e interacción conductual rápida, como la langosta. Los refugios espaciales destacan como una variable central con profunda significancia biológica en el medio natural y con interesantes derivaciones aplicadas, por ser una variable altamente manipulable. La experimentación, tanto de campo como de laboratorio, es un auxiliar interesante para la identificación de segmentos claves de los ciclos biológicos, y es un terreno donde la ecología clásica puede aportar creativamente a disciplinas de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Los datos de este trabajo fueron generados dentro del proyecto de investigación "Evaluación ecológica del uso de la zona costera en Baja California" parcialmente apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del proyecto de investigación :PCECBNA-021264.

LITERATURA CITADA

- ARIAS, J.E. 1986. Microhábitat artificiales: estudio preliminar de su utilización en el manejo de la zona costera. Tesis de Maestría, CICESE (Ensenada, B.C.).
- CADDY, J.F. and G.D. SHARP. 1986. An Ecological Framework for Marine Fisheries Investigations. FAO Fisheries Technical Papers 283.
- HELFMAN, G.S. 1978. Patterns of community structure in fishes: summary and overview. *Env. Biol. Fish.* 3(1): 129- 148.
- HIATT, R.W. 1948. The biology of the lined shore crab *Pachygrapsus crassipes* Randall. *Pacific Science* 2: 134-213.
- LEON, R.C. 1986. Resultantes mecánicas y Biológicas del diseño estructural: estudio de colonias de *Pragmatopoma californica* (Pclychaeta: Sabellariidae) en el intermareal rocoso de Ensenada, B.C. Tesis de Maestría, CICESE (Ensenada, B.C.).

- MONTIEL, A., A. ARELLANO, J.L. PEREZ y A. ESCOFET. 1984. Las colonias arrecifales de *Pragmatopoma californica* como microhábitat: efecto sobre la población de *Pachygrapsus crassipes* (Brachyura, Grapsidae) u otros cangrejos. V Symposium de Biología Marina, La Paz, BCS.
- MONTIEL, A. (manuscrito). El uso del microhábitat y algunos efectos intra e interespecíficos en *Pachygrapsus crassipes* del intermareal rocoso de Ensenada (B.C., México). Tesis de Maestría, CICESE, en proceso.
- MORAN, N.A. and T.G. WHITHAM. 1988. Population fluctuations in complex life cycle: an example from *Pemphigus aphids*. *Ecology* 69(4): 1214-1218.
- POSSINGHAM, H.P. and J. ROUGHGARDEN. 1990. Spatial Population Dynamics of a Marine Organism with a Complex Life Cycle. *Ecology* 71(3): 973-985.
- ROBLES, M. 1989. Incursiones tróficas en *Pachygrapsus crassipes*: un compromiso entre beneficio y riesgo. Tesis de Maestría, CICESE (Ensenada, B.C.)
- VADAS, R.L. 1977. Preferential feeding- optimization strategy in sea- urchins. *Ecol. Monographs* 47: 337- 372.
- WIENS, J.A. 1976. Population Responses to Patchy Environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7: 81- 120.
- WILBUR, H.M. 1980. Complex life cycles. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 67: 93.
- WILBUR, H.M. 1984. Complex Life Cycles and Community Organization in Amphibians. Chapter 7. In: Price, Slobodchikoff y Gaud (eds). *A New Ecology, Novel Approaches to Interactive Systems*. J. Wiley and Sons, 515 pags.

ANÁLISIS DE LAS FLUCTUACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE LANGOSTAS (*Panulirus* spp), DEL LITORAL OESTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, EN RELACIÓN CON EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA PESQUERÍA Y LA VARIABILIDAD DEL MARCO AMBIENTAL

Armando Vega V. (*)
Daniel B. Lluch-Cota (@)

RESUMEN

Se analizan los cambios interanuales y las tendencias de la producción global de langostas, bajo el contexto de su desarrollo histórico y de las características del ambiente marino de la costa oeste de la Península de Baja California. A nivel regional, se identifican fluctuaciones interanuales tanto en la captura global como en variables ambientales. A menor escala, las diferencias latitudinales de las condiciones ecológicas permiten identificar patrones de distribución, abundancia y régimen de pesca particulares para tres zonas de pesca principales: norteña, central y sureña. Bajo este enfoque, se analizan también las variaciones y diferencias en los niveles de captura entre las principales zonas durante el periodo 1970-1991. También a este nivel se encuentra una coincidencia entre las fluctuaciones observadas en la captura y las de factores ambientales, principalmente aquellos que inciden en el régimen térmico y los patrones de circulación de las aguas costeras; destacándose el esfuerzo pesquero como factor constante, que en general se ha incrementado moderadamente con una tendencia a la estabilización. Se presentan algunas recomendaciones en cuanto a las acciones de investigación que permitan confirmar (o descartar) los mecanismos involucrados.

ABSTRACT

Analyses are made of the interannual variation and trends in global lobster production, in the context of the history and characteristics of the marine environment of the west coast of Baja California peninsula. At the regional level we identify interannual fluctuations, both in the level of global catch and environmental variables. At the local scale the latitudinal differences of the ecological conditions allowed the identification of particular patterns of distribution abundance and special characteristics of the three main northern, central, and southern fishing zones. Using this approach we also analysed the differences in the levels of capture in the three principal zones during the period from 1970-1971. At this level we also found a coincidence between the observed fluctuations in the catch and the environmental factors, principally those that affect the temperature regime and the circulation patterns of the coastal waters; singling out fishing effort as a constant factor, which in general terms has increased moderately with a trend towards stabilization. Some recommendations are presented concerning the actions for research necessary to confirm, or refute, the mechanisms involved.

INTRODUCCION

La pesquería de langostas espinosas de la Península de Baja California, junto con la de abulón, es una de las más antiguas de México, estimándose su inicio entre finales del siglo XIX y principios del XX. Aunque las primeras referencias documentales reportan capturas comerciales entre 1911 y 1913 (Allen, 1916), sólo existen registros disponibles a partir de 1918 sobre producción de langosta roja (Wilson, 1948). Desde sus inicios y hasta fines de los 1920's, la explotación del recurso fue controlada por intereses extranjeros hasta que, por disposiciones del gobierno mexicano, a principios de los 30's se declara recurso exclusivo, entre otros, para los pescadores ribereños, y en 1936 se decreta especie reservada para explotación sólo por sociedades cooperativas, manteniendo dicho status hasta la fecha.

* I N P / SEPESCA CRIP La Paz, B.C.S.

@CIB, La Paz B.C.S

Por su alto valor comercial y amplia demanda en el mercado exterior, la extracción de langosta (y abulón) ha sido la base del origen y desarrollo económico de las comunidades pesqueras de la costa oeste de la Península. En su explotación participan 28 cooperativas, de las cuales 22 operan en el litoral de Baja California Sur, estimándose que benefician directamente a alrededor de 35,000 personas. Respecto a volumen y valor de la producción, esta región se ha destacado históricamente por ser la más importante a nivel nacional. Las características del sistema de pesca empleado, y la corta escala de las operaciones de captura, permiten catalogar a la de langosta como una pesquería ribereña de tipo artesanal.

Chapa (1964) reporta que a principios de los 60's la Península de California aportaba el 96% de la producción del litoral Pacífico, Gracia y Kensler (1980) indican que durante el periodo 1970-76 aportó el 70% del volumen nacional. Para el periodo 1981-85 contribuyó con el 86.2% de la producción del Pacífico (Ayala *et al.*, 1988). Le sigue en importancia la región del caribe mexicano, cuya pesquería se desarrolla desde principios de los 60's, contribuyendo en los últimos años con alrededor de un tercio de la producción nacional (Lozano *et al.*, 1991).

La captura de langosta en la región estudiada se compone de tres especies: *Panulirus interruptus* (langosta roja), *P. inflatus* (langosta azul) y *P. gracilis* (langosta verde); entre las cuales predomina ampliamente la primera, al contribuir con alrededor del 95-97% de la producción. Esta especie es de origen templado- subtropical, y se explota en México desde las Islas Coronado hasta el sur de Isla Margarita, B.C.S. En cambio, las otras dos son de origen tropical, llamadas inadecuadamente por los pescadores "langosta caribe", y se explotan principalmente en la zona de Bahía Magdalena.

Entre otros aspectos importantes de la pesquería, se destaca que la distribución y magnitud de las capturas no es uniforme a lo largo del litoral oeste de la Península. Por el contrario, se detectan oscilaciones en el tiempo y diferencias notables entre las principales zonas de pesca.

Dentro de la trayectoria de investigación sobre este recurso, iniciada a principios de los 60's, el presente constituye una primera aproximación al análisis de los cambios espacio-temporales de la abundancia de langostas, a partir de datos de capturas, desde la perspectiva de la dinámica del régimen climático regional de largo plazo. Aunque por el momento sólo se establece a nivel de hipótesis, se desea resaltar el considerar el efecto del clima sobre la pesquería como elemento importante en la toma de decisiones sobre la administración y planificación de la producción, por su probable repercusión sobre la economía de los pescadores y de la región en general.

Metodología y fuentes de información

Se recopiló la producción anual con registro oficial en anuarios estadísticos y otras fuentes disponibles. En primer lugar, se analiza una serie histórica global de la Península que comprende el periodo 1926-1991, integrada a partir de datos publicados por varios autores: los de 1918 a 1946 son reportados por Wilson (1948), referidos a la producción mexicana exportada a California; la información del periodo 1955-1962 es reportada por Chapa (1964), la de 1959 a 1973 por Guzmán del Prío (1975), y la Secretaría de Pesca (Anón., 1988) reporta datos de captura del periodo 1957-1987.

Para el análisis de la abundancia por zonas, la Federación Regional de Cooperativas "Baja California" proporcionó datos de producción anual de las ubicadas desde el norte de la Península hasta Punta Abreojos. Datos de las que operan desde la Laguna San Ignacio hasta el sur del estado fueron compilados por la Biol. Yolanda Ayala hasta 1987 (com. pers.). Los datos de 1988 a 1991 fueron obtenidos de la información captada en la Delegación Federal de Pesca, y en algunos casos proporcionados directamente por cooperativas. De la misma manera, se realizó una recopilación de la información disponible referente tanto a la cantidad y distribución de las cooperativas, como unidades de producción, como a indicadores de esfuerzo pesquero a través del número de equipos y trampas utilizadas por cada una de ellas.

La información sobre variables ambientales fue proporcionada por la National Ocean Atmosphere Administration (NOAA), la correspondiente a temperatura superficial del mar fue obtenida a partir del CD-ROM NODC 1.0 y los índices de surgencias proporcionados por el Southwest Fisheries Center. Para la caracterización del comportamiento térmico de la región, se utilizó el índice regional descrito en Lluch-Cota *et al.* (en prep.), que utiliza las anomalías térmicas de cuadrantes de un grado para el área comprendida entre los 20-41°N y los 105-135°W; sobre la base de comparaciones con el patrón de largo plazo en áreas y tiempos equivalentes. En lo referente a los índices de surgencias, se utilizaron los valores del índice de Bakun para el punto de estimación 27°N (Mason y Bakun, 1986). Puesto que se analizan los cambios en el régimen térmico en el orden de décadas,

ambas series se presentan suavizadas (eliminada la variabilidad de alta frecuencia) por medio de una técnica convencional de un paquete estadístico comercial (Anón. 1991).

Antes de presentar los resultados obtenidos se consideró necesario describir el marco de referencia de la pesquería (etapas de desarrollo, tendencias históricas de la captura, régimen oficial de explotación y caracterización del cuadro ambiental), con el objeto de visualizar de manera general el grado de influencia de los factores operativos y ambientales así como el contexto de soporte a las hipótesis que se plantean para explicar las variaciones espacio-temporales de la producción. Ante la escasa disponibilidad de datos sobre los niveles de esfuerzo aplicados por las distintas cooperativas durante las diferentes temporadas de pesca, se incluye información de tipo histórico referente a la evolución de las organizaciones de pescadores, sistemas de pesca, infraestructura para industrialización y características del régimen de pesca bajo el que ha operado la pesquería, con el propósito de dar una idea general sobre el grado en que los cambios de estos componentes operativos han contribuido a las variaciones antes citadas. Esta recopilación se basa en comunicación personal de pescadores y directivos cooperativistas, y parcialmente en el trabajo de Andrade (1991) para la Región de Punta Abrojos hacia el norte de la Península.

El esquema de zonificación seguido en el presente trabajo se definió utilizando como criterios las diferencias en los patrones de variación de diversos parámetros ambientales (Hernández-Vázquez *et al.*, 1991), además de diferencias en los niveles de producción y características de las áreas de pesca de langosta (Ayala *et al.*, 1973; Pineda y Díaz, 1976a).

Marco de referencia de la pesquería

I. Tendencias de la captura global y evolución de la pesquería

En la Fig. 1 se presentan los cambios y tendencias históricos de la captura global de langosta de toda la Península. Su interpretación en el contexto del desarrollo de la pesquería permite distinguir las siguientes etapas representativas:

A) Subexplotación y desarrollo incipiente: de principios del siglo XX hasta 1945, con un promedio anual de 300 ton. y capturas máximas del orden de 500 ton., salvo un pico de producción excepcional en 1941 (800 ton.).

Durante la mayor parte de este periodo la pesca de langosta (entre otros recursos de la Península) estuvo sujeta a fuerte ingerencia y control por extranjeros, hasta que se establecen las primeras disposiciones gubernamentales en 1930. Estas, inspiradas en una política de reafirmación de la soberanía nacional, protegen y le dan exclusividad a los pescadores ribereños de la región para explotar dichos recursos. En 1936, el gobierno nacionalista del General Lázaro Cárdenas establece el sistema de especies de pesca reservadas a cooperativas (langosta, abulón y camarón, entre otras), y para fortalecimiento del sector se decreta en 1938 la Ley General de Sociedades Cooperativas, en el contexto de la Ley de Pesca promulgada ese mismo año.

Esta política favoreció el establecimiento de los primeros asentamientos humanos permanentes en la porción costera media y sur de la Península, y la constitución legal de las primeras cooperativas entre finales de esa década y mediados de los 40's; entre las que figuran las S C P P "California de San Ignacio", "Ensenada", "La Purísima", "Bahía Tortugas", "Pescadores Nacionales de Abulón" y "Buzos y Pescadores".

Los sistemas de captura eran rudimentarios: embarcaciones de madera de 14-16 pies de eslora, impulsadas por lo general con dos pares de remos (aunque se iniciaba la utilización de motores fuera de borda de 5-18 HP), y equipadas con trampas de madera y cabo de ixtle. Se carecía de infraestructura de procesamiento, comunicaciones y servicios básicos, por lo que la mayor parte de la producción se enviaba viva por barco (y en menor proporción por aviones monomotores de 1 ton. de capacidad) hacia San Diego CA. El resto, la langosta débil o que moría antes del traslado, se secaba como pulpa de langosta.

B) Despegue y expansión: comprende el periodo de 1946 a 1960, registrándose capturas del orden de 700 a 1300 ton., con un promedio cercano a la 1000 ton. Este incremento se explica por un mayor número de cooperativas en la parte media y sur de la Península, alentado por la política gubernamental de la época, que fue ratificada en la Ley de Pesca de 1948 a 1950 y concretada con el "Programa de Marcha al Mar 1952-1958".

Aunque bajo este plan se intentó fomentar la creación y modernización de la infraestructura portuaria, flota e industria pesquera; la región quedó un tanto rezagada en estos aspectos, y se mantuvo el carácter rudimentario de la pesquería. La mayor parte de la producción de langosta continuó enviándose hacia San Diego CA para su procesamiento y comercialización, aunque esto disminuyó a partir de la década de los 50's debido a la adaptación

de las plantas empacadoras de abulón de Isla Cedros y Bahía Tortugas para el cocimiento de langosta a corta escala, que operaron durante pocos años.

Posteriormente, a finales de esa década, se construyó la primera planta cocedora-congeladora en Ensenada, B.C., con capital privado. La langosta era transportada viva por barco, y en menor proporción por aviones bimotores C-46, de los campos pesqueros (desde Punta Abreojos hacia el norte) hasta las plantas. En lo referente a los sistemas de captura, se incrementa el poder de pesca: desde finales de los 50's se introducen los motores de 25-35 HP y las lanchas de 16-18 pies de eslora; además, las boyas de madera o vidrio se empiezan a substituir por las de corcho comprimido. En el aspecto organizativo y funcional, las cooperativas estuvieron bajo el control de armadores o "gerentes" que, en combinación con los compradores, dominaban la comercialización del producto.

C) Desarrollo y estabilización: desde 1961 al presente, con capturas del orden de 1000 a 2200 ton.; y fluctuaciones alrededor de un promedio anual del orden de 1300 ton. Si bien se logra un incremento de la producción, se observan variaciones de mayor magnitud que en las dos etapas anteriores.

En lo referente a sistemas de pesca, se continuaron aplicando las innovaciones en materiales y equipos para mejorar la eficiencia del esfuerzo. En la década de los 60's, se empieza a substituir la trampa de madera (tipo "Californiana") por la de alambre galvanizado revestido de plástico, y se introducen las primeras lanchas de fibra de vidrio (tipo "Paceño") de 18-22 pies de eslora, de mayor capacidad. También se incrementa la potencia de los motores fuera de borda, hasta llegar a los utilizados actualmente de 40 y 55 HP, y se substituyen los cabos de ixtle por los de fibra sintética, más durables y resistentes. Por otra parte, se incorporan los malacates o "winches". Además del mejoramiento de la eficiencia de las operaciones, estas innovaciones permiten incursionar en caladeros de mayor profundidad, más alejados de los campamentos pesqueros.

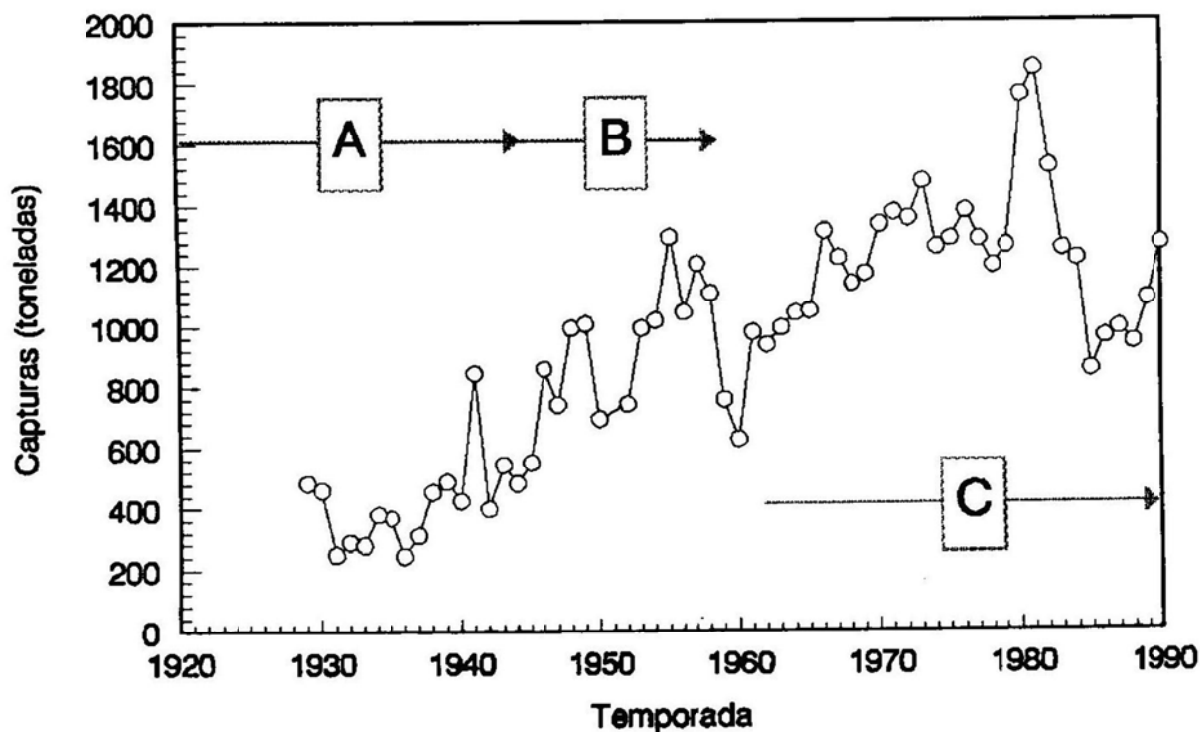


FIGURA 1. CAPTURAS DE LANGOSTA (TEMPORADAS REPORTADAS PARA EL PRIMER AÑO) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, Y ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PESQUERIA: (A) SUBEXPLORACIÓN, (B) DESPEGUE Y EXPANSIÓN, (C) DESARROLLO Y ESTABILIZACIÓN.

Dentro de este periodo, se puede distinguir la década de los 60's como la transición entre un sistema rudimentario y uno relativamente tecnificado, sin perderse el carácter artesanal de la pesquería. En los aspectos de infraestructura y organización se presenta el cambio cualitativo de un sistema de cooperativa dependiente a uno de plena autonomía funcional y económica, cuyo desarrollo trascendió dentro del cooperativismo nacional.

Este desarrollo se reflejó en la instalación de infraestructura para la comercialización e industrialización del recurso langosta (además del abulón) directamente por el sector social, lo que gradualmente se proyectó en el progreso y bienestar de las comunidades pesqueras, a través de la implementación de vías de transporte, telecomunicaciones, electrificación, suministro de agua potable y servicios básicos de salud y educación.

La infraestructura se inicia con la construcción de la primera planta cocedora de langosta del sector social, en Ensenada (1969), por la Federación Regional de Cooperativas "Baja California". Desde los 70's y hasta la fecha, se han instalado plantas procesadoras de langosta en los lugares y el orden siguiente (ver Fig. 2): El Rosario, Santa Rosalillita (al sur de El Rosario), Bahía Asunción, Bahía Tortugas, Punta Abreojos, La Bocana (cercano a Punta Abreojos), Pto. Adolfo López Mateos, La Paz, una segunda planta en Bahía Asunción, Isla Cedros, Isla Natividad y recientemente en Pto. San Carlos. Todas estas fueron instaladas por las cooperativas residentes, en asociación o en forma particular.

En conjunto, las innovaciones en los artes y equipos de pesca, combinados con la infraestructura citada, contribuyeron a la mayor expansión y al desarrollo de la pesquería. La relativa estabilización de un promedio de captura cercano a las 1300 ton./año se puede explicar por la autorregulación del esfuerzo pesquero dentro de niveles de rentabilidad estimados empíricamente, favorecido por el sistema de especies reservadas al cooperativismo. Este, al tener garantizado el acceso exclusivo, mantuvo tanto la tradicional separación entre los equipos langosteros y abuloneros como el número de unidades de pesca, incorporando nuevas sólo en sustitución de las que se retiran.

Por otra parte, a principios de los 60's se realizan las primeras investigaciones biológico-pesqueras (Chapa 1963, 1964), bajo el auspicio del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (INIBP), el cual a partir de 1971-72 se convierte en el actual Instituto Nacional de la Pesca. Como parte de éste, a mediados de los 60's se crean las Estaciones de Investigación de Ensenada y La Paz (que adquieren su denominación actual de CRIP a partir de 1984) y en 1979 la Estación de Bahía Tortugas. Bajo el impulso del programa México-PNUD/FAO (1964-74) se implementan los primeros proyectos formales de prospección e investigación sobre abulón y langosta. A principios de los 70's se establece un sistema de monitoreo que, salvo en breves periodos, no ha funcionado con la sistematicidad, continuidad y cobertura requeridas, dada la inconsistencia operativa inherente a los cambios políticos sexenales y a la carencia tradicional de recursos económicos para investigación en los CRIP.

Pese a las limitaciones, a partir de los estudios de Chapa (1964) y de Ayala (1976, 1983) se establece un régimen de pesca apoyado en los dispositivos de veda temporal y talla mínima de captura más acordes a las características biológicas de las poblaciones de langosta distribuidas en la Península; ya que hasta antes de 1960 se aplicaban los criterios regulatorios de la pesquería del sur de California. Puede considerarse que este régimen de pesca, aunado a la reorganización y concientización de las principales cooperativas, ha contribuido fuertemente al sostenimiento de las pesquerías alrededor de un nivel de producción relativamente estable durante los últimos 30 años.

Para los fines del presente trabajo resulta importante señalar que después de los grandes cambios cualitativos y cuantitativos de la década de los 60's, y particularmente desde mediados de los 70's, no se han presentado modificaciones en términos de los sistemas de pesca utilizados, ni del carácter organizativo de las cooperativas.

II Régimen de explotación

El aprovechamiento de este recurso, entre otros, se ha mantenido bajo el sistema de especies reservadas desde 1936 (Decreto Presidencial 09/sept/1936) hasta la actualidad. Como ya se mencionó, la pesquería de langosta ha estado sujeta a un esquema de regulación basado principalmente en una talla mínima legal de captura y la temporada de veda, además de otras medidas secundarias. Dicho esquema ha sufrido los siguientes ajustes en los tiempos y áreas de aplicación:

Desde principios del siglo hasta 1917, la veda comprendió del 15 de abril al 15 de agosto, fechas que fueron tomadas sin ajuste alguno de las aplicadas en el sur de California. Entre 1918 y 1925, el periodo fue del 15 de marzo al 30 de septiembre (acuerdo decretado por el Presidente V. Carranza, 14/06/1918). Durante 1926-1956,

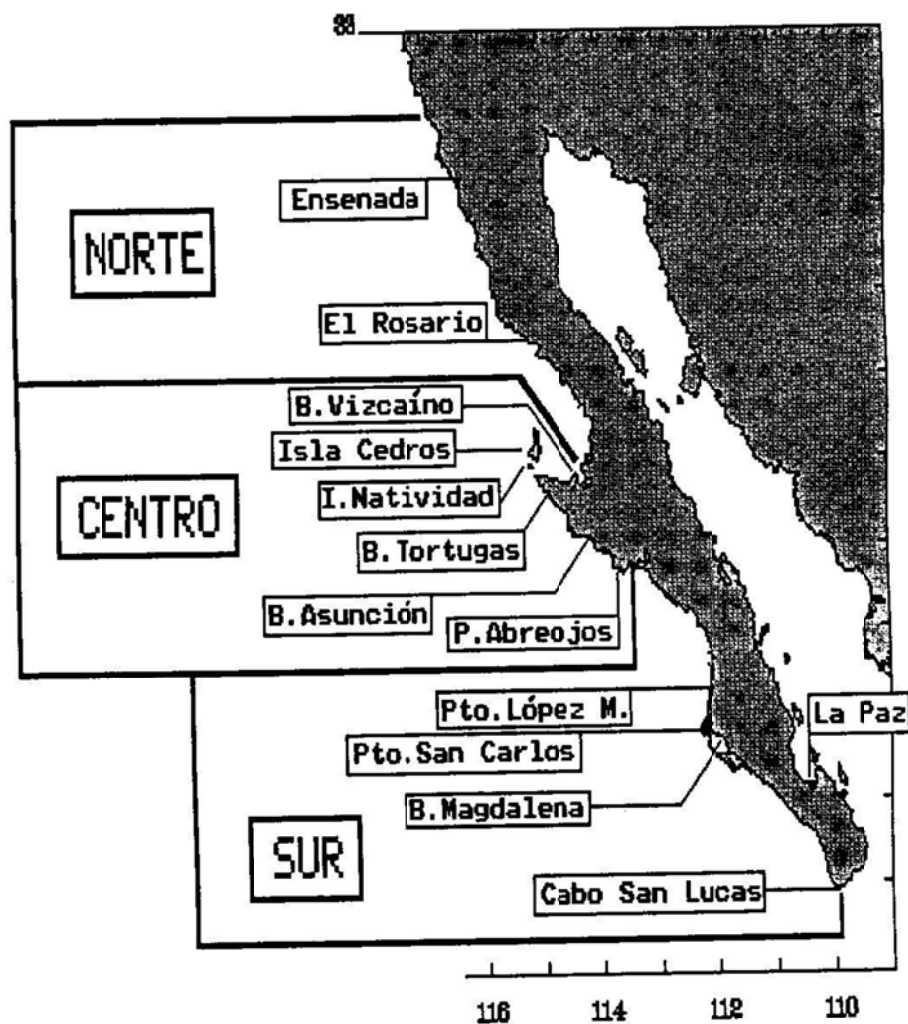


FIGURA 2. PRINCIPALES AREAS DE CAPTURA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA Y PUNTOS DE REFERENCIA.

la veda se estableció del 16 de marzo al 14 de octubre, según el Reglamento de Pesca (17/02/1926, 15/03/1927 y 27/01/1933) y la Ley de Pesca de 1932/33, vigente hasta 1957. Finalmente, desde la temporada 1957/58 a la fecha, y después de un ligero ajuste, la veda comprende del 16 de marzo al 30 de septiembre (Diario Oficial del 09/10/1957, Secretaría de Marina; Diario Oficial del 30/06/1987, 08/04/1988, 21/08/1989, Secretaría de Pesca).

En cuanto al área de aplicación, la veda fue generalizada a todos los litorales de México e incluyó todas las especies, desde 1918 hasta 1966. A partir de julio de 1967, en la Carta Oficial de Vedas se especifica para la langosta roja el área que va desde la frontera con los Estados Unidos hasta Punta Entrada (Isla Margarita, B.C.S.), la cual en la temporada 1988/89 se amplía hasta el sur de Isla Margarita (Cabo Tosco), lo que prevalece hasta la fecha.

Para las langostas azul y verde, se especificó una veda del 1 de junio al 15 de noviembre, desde Punta Redonda hasta el sur del Pacífico mexicano, incluyendo el Golfo de California, desde 1967 a 1971. Posteriormente, se redujo del 1 de junio al 15 de septiembre, estando en vigor desde 1971 hasta 1987. A partir de 1988 (Diario Oficial

del 08/04/1988), vuelve a modificarse para quedar en la misma época establecida inicialmente, del 1 de junio al 15 de noviembre, que está vigente hasta la fecha.

La talla legal, desde principios de siglo y hasta 1916, se establece utilizando la longitud total como criterio, aplicándose una talla mínima de 9" (227 mm.) y una máxima de 13.5" (335 mm.). De 1917 a 1956/57, se incrementaron las tallas a 10.5" (256 mm.) y 16" (400 mm.) respectivamente, denominándose esta última como "medida de palo" entre los pescadores. Posteriormente, desde la temporada 1957/58 (Diario Oficial del 9/10/1957, Dirección General de Pesca, Secretaría de Marina), se adopta como criterio de control la longitud del cefalotórax, con una talla mínima de 82.5 mm., que continúa vigente hasta la fecha (Diario Oficial del 30/06/1987, 08/04/1988, y 21/08/1989). A diferencia de la veda, la talla mínima legal se ha generalizado a todas las especies de langosta del Pacífico mexicano, y sus cambios han estado muy influenciados por las medidas adoptadas en el estado de California, predominando sobre todo razones de mercado.

Otras medidas complementarias han sido la prohibición de retener y/o "rasurar" (eliminar la masa ovígera) a las hembras en reproducción, y la prohibición del buceo como método de pesca comercial.

En términos generales, puede considerarse que a escala global los cambios descritos son poco significativos, los parámetros regulatorios se han mantenido lo suficientemente constantes como para descartarse como factores importantes en las fluctuaciones de las capturas. Particularmente a partir de 1970, las modificaciones han sido mínimas.

III. Características generales de las áreas de captura

La Fig. 2 indica el esquema de zonificación de las principales áreas de pesca, basado en diferencias tanto bióticas como de diversos parámetros fisicoquímicos; así como algunos puntos de referencia que se utilizan a lo largo del texto. Esta zonificación obedece también a características pesqueras, niveles de esfuerzo, organización de las cooperativas y composición de las capturas de cada una de las áreas (Pineda y Díaz, 1976a). A continuación se presentan las diferencias más relevantes en términos de la distribución del recurso (que se reflejan en la composición de las capturas), y algunos aspectos del marco ambiental biótico y abiótico.

a) **Distribución del recurso.** La langosta roja es típica del agua fría de la Corriente de California, encontrándose en latitudes subtropicales, desde San Luis Obispo CA hasta el sur de Isla Margarita, B.C.S. La mayor parte de su distribución se ubica dentro de aguas mexicanas de la costa occidental de la Península, aunque Johnson (1971) reporta una población aislada en la porción centro-norte del Golfo de California.

Las langostas azul y verde son especies de origen tropical, con amplia distribución en el Pacífico oriental dentro de la franja intertropical, desde la parte suroccidental de la Península y el Golfo de California hasta el Golfo de Tehuantepec (en aguas mexicanas) y hasta el norte del Perú. La langosta azul se distribuye, en la costa oeste de la Península, desde Bahía Asunción hasta el extremo sur, aunque ocasionalmente se han encontrado ejemplares aislados tan al norte como Bahía Sebastián Vizcaíno.

Por su parte, la langosta verde se presenta con menores abundancias, principalmente desde Isla Margarita hasta Cabo San Lucas. Las capturas de la zona se componen en un 95-97% de langosta roja, y el resto de las otras dos especies, dominando la langosta azul. Aunque pequeñas cantidades de langostas tropicales se extraen en el litoral oriental de la Península, su contribución a la captura total es insignificante, por lo que estas áreas de pesca no son consideradas en el presente estudio.

b) **Medio ambiente:** En términos generales, las condiciones fisicoquímicas y bióticas prevalecientes en la región están determinadas por la interacción de dos grandes sistemas oceánicos: el de la Corriente de California (en sentido norte-sur) con agua fría de origen subártico, y el de la Corriente Ecuatorial (en sentido sur-norte) con aguas cálidas de origen tropical. Al entrar en contacto ambos sistemas, se produce una zona de transición templado-tropical, en la costa occidental de la Península, desde Punta Abreojos hasta el sur de Bahía Magdalena (Hernández-Vázquez *et al.*, 1991).

Dependiendo de la magnitud de la variación estacional e interanual de dichos sistemas, la zona de transición puede desplazarse al norte o al sur, afectando los patrones de distribución de las especies y por consiguiente sus niveles de diversidad y abundancia. Dentro de los fenómenos de variabilidad interanual que afectan la zona, y que tienen un impacto sobre los recursos pesqueros, se han descrito calentamientos como "El Niño" (Wooster y Fluharty, 1985) y los "de latitudes medias" (Norton *et al.*, 1985); además de enfriamientos como "La Niña" (Philander, 1985) y fenómenos a más largo plazo (Cooper *et al.* 1989).

Todos estos eventos climáticos afectan el gradiente latitudinal de temperatura, que por sí mismo determina diferencias apreciables entre zonas. Por ejemplo, entre Bahía Magdalena (zona sur) y Punta Baja (zona norte) la diferencia promedio de temperatura es del orden de 5°C en la parte cálida del año. Este gradiente se ve afectado en diferentes formas, en función de la variabilidad implícita en los fenómenos oceánicos mencionados, lo que determina que la zona de transición del Pacífico mexicano presente variaciones sumamente marcadas; se han registrado diferencias de más de 5°C para el mismo mes, de un año al siguiente (p.e. 1989-90, Lluch-Cota com. pers.).

Otra característica ambiental importante, en relación a las pesquerías, es la presencia de un sistema de surgencias en la costa occidental de Norteamérica, que muestra variaciones importantes en su intensidad tanto latitudinalmente como estacional e interanualmente. Estas afectan profundamente la estructura del ecosistema, puesto que influyen en diversos parámetros fisicoquímicos (turbulencia, concentración de oxígeno y temperatura, entre otros); además de que su aporte de nutrientes a la zona fótica determina, en buena medida, los niveles de productividad. Una descripción adecuada del sistema de surgencias de la zona puede encontrarse en Huyer (1983).

Entre los factores bióticos, la diversidad y abundancia de la flora y fauna asociada juega un papel importante en el ciclo de vida de la langosta, como miembro de la comunidad bentónica, a través de las distintas relaciones interespecíficas que se establecen (protección, fuente de alimento, depredación, etc.). Esto, en combinación con los factores fisicoquímicos, determina diferencias importantes en la producción de langosta de las zonas de referencia. Al respecto, la flora (Guzmán del Prío *et al.*, 1972) y fauna macroscópica asociada a las langostas, presenta las siguientes características particulares en la dominancia de las especies:

-Zona Norte: predomina totalmente la langosta roja, asociada a macroalgas feofíceas (*Macrocystis pyrifera*, *Egria laevigata*, *Eisenia arborea*, etc.), rodofíceas (*Gelidium robustum*, *Gigartina* spp, *Gracilaria verrucosa*, además de varias especies de algas rojas calcáreas) y pastos marinos (*Phyllospadix* spp). La fauna dominante consiste de cinco especies comerciales de abulón (*Haliotis* spp), caracoles del género *Astraea* (*A. undosa* y *A. turbanica*), lapas (*Megathura* spp), quitones (*Chiton* spp) y el erizo rojo (*Strongylocentrotus* spp.).

-Zona Centro: existen dos especies de langosta, de las cuales la roja es dominante, con escasa ocurrencia de langosta azul. La flora dominante se compone de *Macrocystis pyrifera*, *Pelagophycus porra*, *Eisenia arborea*, *Gelidium robustum*, además de numerosas especies de algas rojas calcáreas, y el pasto marino *Phyllospadix* sp.

Conforme se avanza hacia el sur, *Eisenia* tiende a substituir a las dos primeras; en el caso de *Macrocystis* y *Gelidium*, estas algas tienen su límite sur de distribución en Punta San Hipólito. La fauna dominante está constituida por abulón azul (*H. fulgens*), amarillo (*H. corrugata*) y negro (*H. cracherodii*). El abulón rojo (*H. rufescens*), así como el chino (*H. sorenseni*), son escasos, y sólo se encuentran en el límite norte de la zona. La ocurrencia del abulón negro es parcial, ya que se le encuentra principalmente hasta el norte de Bahía Asunción. También se presentan las especies de caracol del género *Astraea* (*A. undosa* y *A. turbanica*, siendo dominante la primera), además de caracol burgado (*Turbo fluctuosus*), lapas, quitones y pulpos (*Octopus* spp).

-Zona Sur. Se encuentran mezcladas las tres especies de langostas, siendo el orden de dominancia roja-azul-verde. Aunque a nivel de zona la dominancia de la langosta roja se mantiene por lo general, ésta tiende a invertirse en sentido norte-sur: la roja domina desde la parte norte de Isla Margarita hacia el norte, y la azul desde Isla Margarita hasta Cabo San Lucas. Según pescadores de la cooperativa "Bahía Magdalena", en sus capturas tiende a predominar la azul, aunque la dominancia varía en función de la época del año y la profundidad de la captura; siendo la roja más abundante en los meses fríos. Batimétricamente, la azul se distribuye principalmente desde la orilla hasta un máximo de 15 brazas, en tanto que la roja predomina hacia aguas más profundas, incluso hasta 60-70 brazas.

Ayala (1987) reporta que la proporción y dominancia de las capturas puede variar de un año al otro, lo que sugiere una relación con las tendencias térmicas del océano. Este efecto de la temperatura puede, inclusive, invertir la dominancia de las dos especies principales a nivel de zona, en función de la variabilidad interanual.

La flora dominante en la zona sur se compone de algas feofíceas (*Eisenia* sp.), destacando la ausencia de *Macrocystis* y *Gelidium*. También se presentan pastos marinos, algas verdes (*Ulva* sp.) y algas coralinas. En la fauna dominante destaca el abulón azul, con presencia escasa de abulón amarillo, además del caracol *Astraea undosa*, el burgado y quitones. Cabe destacar que las tallas promedio y los valores de densidad de caracol y abulón son significativamente menores que en las zonas norte y centro.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Indicadores de esfuerzo pesquero y captura por zonas

Como se mencionó, no se dispone de información histórica precisa sobre unidad de esfuerzo pesquero (número de equipos, número de trampas o número de viajes de pesca), durante las distintas etapas de la pesquería. Sólo existen datos discontinuos de 1971-1980, y en forma continua a partir de 1981 sobre número de equipos. En la Tabla 1 se indican las cooperativas autorizadas para la extracción de langosta, el número promedio de equipos y la cantidad aproximada de trampas utilizadas por cooperativa en las distintas zonas, así como el año en que la cooperativa se constituyó formalmente. Esta información complementa la presentada en el marco previo sobre la pesquería en su conjunto, y permite una idea de la intensidad de pesca ejercida por zonas y su relación con la producción respectiva.

En la zona norte tradicionalmente han explotado el recurso tres cooperativas: las S C P P "Ensenada", "Rafael Ortega Cruz" y "Abuloneros y Langosteros", antes "Gustavo Díaz Ordaz". Aunque se agregaron tres más a principios de los 80's, éstas no han contribuido significativamente a la producción. Se estima que operan un promedio de 92 equipos langosteros, que ascienden hasta más de 100 en los mejores meses de pesca. Estos registran, oficialmente, alrededor de 4870 trampas de alambre (18% del esfuerzo total). Cabe señalar que, por la deficiente vigilancia y el descontrol organizativo de las cooperativas, la operación de equipos fuera de registro parece considerable. Estos, e incluso equipos autorizados, no consignan la producción obtenida, además de observar nulo o mínimo respeto de la talla mínima legal y época de veda.

En la zona centro están establecidas 10 cooperativas, ocho de las cuales se formaron entre finales de los 30's y mediados de los 40's. Posteriormente, se incorporaron dos más en el primer quinquenio de los 70's, la pionera fue la S C P P "California de San Ignacio"; cuya zona originalmente comprendía desde Punta Eugenia a Punta Abreojos y que gradualmente fue segmentándose, surgiendo de ésta las S C P P "Punta Abreojos", "Progreso", "Bahía Tortugas", "La Purísima", "Emancipación" y "Leyes de Reforma". En general, las cooperativas observan un nivel de organización más integrado, así como un grado de concientización más alto en el aprovechamiento de sus recursos.

En conjunto, este grupo tiene la mayor capacidad de pesca, estimándose un número promedio de equipos de 268 (51% del total) y un máximo de 275, que utilizan un total de trampas estimado en casi 16670 (61% del total), todas construidas de alambre. Hasta antes de los 80's, no se tenía un control interno del número de trampas/equipo, por lo que éstos utilizaban 100-150 trampas. Sin embargo, por la dificultad de operarlas todas adecuadamente y ante las pérdidas de trampas que normalmente ocurren de febrero a marzo por efecto del mal tiempo (vientos, marejadas, etc.), gradualmente se fué reduciendo dicha cantidad, hasta mantenerse en el orden de 50-70 que parece corresponder a un nivel óptimo determinado empíricamente.

En relación a la extensión de los caladeros langosteros y el esfuerzo ejercido, aunque la zona centro es la de menor extensión, concentra la mayor cantidad de unidades de esfuerzo y aporta la máxima producción, con un promedio de alrededor de 863 ton./año en las dos últimas décadas.

En la zona sur se tienen registradas 12 cooperativas, aunque actualmente sólo nueve operan regularmente; destacando entre éstas, por su constancia y volumen de producción, las S C P P "Bahía Magdalena", "Puerto Chale" y "Pto. San Carlos". Las demás han observado un ritmo inestable de trabajo y deficiencias en sus sistemas organizativo y funcional lo que, aunado a la menor riqueza langostera de sus áreas de pesca, se refleja en registros discontinuos y de bajo nivel de producción. Algunas, como las S C P P "San José del Cabo" y "Todos Santos", prácticamente no registran producción en los últimos años.

En conjunto, las cooperativas de esta zona representan un esfuerzo de 167 equipos (32%), con un máximo cercano a los 180, que utilizan aproximadamente 5815 trampas (21%), la mayoría hechas de madera. Aunque el nivel de esfuerzo es similar al de la zona norte, los niveles históricos de captura y el promedio de los últimos 20 años presentan diferencias significativas (95 ton. para la zona norte y 143 ton. para la zona sur).

Aunque a menor escala que en la zona norte, en la parte sur también se ha presentado la fuga de registros de producción por algunas cooperativas, y un cierto incumplimiento de las medidas regulatorias básicas. Esto se acentúa en aquellas con mayores problemas organizativos, aunado a las deficiencias en la inspección y vigilancia oficial. Por lo tanto, es de suponerse que existe cierta subestimación de los niveles de producción reales. Sin embargo, para ambas zonas es factible considerar que, dada la persistencia constante de esta desviación, la

información de referencia no deja de ser útil como indicador de las tendencias y fluctuaciones de la abundancia entre zonas.

En relación al esfuerzo pesquero se sabe, por comunicación de los pescadores activos más veteranos (y algunos retirados) que, en general para las diferentes zonas la cantidad de equipos y trampas de cada cooperativa se han mantenido relativamente estables por periodos de varios años. Eventualmente, leves incrementos se han sucedido sin cambios drásticos; debido principalmente a la naturaleza estable de las organizaciones cooperativas, tanto en la posesión de las áreas autorizadas como en el derecho de exclusividad bajo el sistema de especies

Cooperativa	No. equipos	%	trampas /equipo	trampas /coop.	Año % origen
ZONA NORTE					
1. ENSENADA	68		55	3740	1936
2. VICENTE GUERRERO					1979
3. BAHIA FALSA					1983
4. RAFAEL ORTEGA CRUZ	12		50	600	1945
5. SIEMPRE VIVA	5		50	250	1984
6. ABULONEROS Y LANGOSTEROS	7		40	280	1955
SUBTOTAL: 6 Cooperativas	92	17.5	>195	>4870	17.8
ZONA CENTRO					
7. PESCADORES NAC. DE ABULON	28		70	1960	1942
8. BUZOS Y PESCADORES ...	21		65	1470	1942
9. LUIS GOMEZ Z	10		40	400	1974
10. LA PURISIMA	32		70	2240	1944
11. BAHIA TORTUGAS	22		65	1430	1944
12. EMANCIPACION	25		60	1500	1939
13. CALIFORNIA SAN IGNACIO	26		60	1560	1936
14. LEYES DE REFORMA	19		55	1045	1974
15. PROGRESO	39		65	2535	1944
16. PUNTA ABREOJOS	45		55	2475	1943
SUBTOTAL: 10 Cooperativas	268	50.9	605	16615	60.9
ZONA SUR					
17. LAGUNA DE SAN IGNACIO	8		40	320	1969
18. 19 DE SEPTIEMBRE	8		40	320	1975
19. CADEJE (EJIDAL)	8		40	320	1974
20. SAN J. DE GRACIA (EJIDAL)	10		40	400	1979
21. PUERTO CHALE	55		35	1925	1958
22. PESCADORES DE LA POZA	10		30	300	1957
23. SAN CARLOS	14		30	420	1969
24. BAHIA MAGDALENA	38		35	1330	1953
25. GRAL. MELITON ALBAÑEZ	6		30	180	1959
26. PUNTA LOBOS (EJIDAL)	5		30	150	1975
27. TODOS SANTOS	5		30	150	1967
28. SAN JOSE DEL CABO					1968
SUBTOTAL: 12 Cooperativas	167	31.7	380	5815	21.3
TOTALES: 28 Cooperativas	527	100	1180	27300	100

TABLA 1. NUMERO DE EQUIPOS, TRAMPAS Y AÑO DE ORIGEN DE LAS COOPERATIVAS QUE EXTRAEN LANGOSTA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA AGRUPADAS POR ZONAS DE PESCA.

reservadas. Esto les ha permitido cierto equilibrio entre la cantidad de pescadores que se retiran y su sustitución por nuevos socios, así como mantener constante el número de equipos dedicados a la pesca de langosta y abulón. Estos niveles, ajustados empíricamente, obedecen a la necesidad de garantizar un rendimiento económico adecuado en cada una de estas pesquerías, tan estrechamente ligadas.

De acuerdo a lo expuesto, se considera que para las etapas representativas de la pesquería las características particulares de los aspectos organizativos, los sistemas de captura, el esfuerzo y el régimen de pesca, así como las innovaciones introducidas en los sistemas de pesca, reorganización de los pescadores e incremento paulatino del esfuerzo pesquero, tuvieron su mayor efecto hasta finales de los 60's y en conjunto explican la tendencia general ascendente de la producción hasta esos años.

Desde entonces (principios de los 70's), poca es la variación observada en términos de las características mencionadas de la pesquería. Sin embargo, existen diferencias importantes entre las diferentes temporadas, tanto en los niveles de captura globales como en la contribución relativa de cada zona a la captura total. Estos pueden analizarse desde la perspectiva de la relación captura- variables ambientales, como una primera aproximación, sin buscar definir los mecanismos que establecen dicha relación. A continuación, se presenta dicho análisis para la temperatura del mar y la actividad de surgencias, bajo la hipótesis de que los cambios y tendencias en la abundancia y/o disponibilidad responden, al menos en parte, a la influencia de dichos factores.

Fluctuaciones en el contexto del marco ambiental

Existen algunos trabajos en relación al efecto de los factores ambientales sobre langostas. Kanciruk (1980) menciona que entre los muchos factores de influencia están más documentados los efectos de la temperatura (sobre la distribución) y la luz (sobre el comportamiento) de palinúridos. Davis (1977) ha demostrado una correlación positiva entre los cambios de densidad con fluctuaciones estacionales e interanuales de temperatura, sobre *P. argus*, y considera que este factor afecta no sólo los desplazamientos y migraciones sino también otros procesos como la reproducción, écdsis y crecimiento, además de los patrones de distribución.

Chekunova (1972) relaciona la distribución de poblaciones de palinúridos sujetos a explotación comercial en la plataforma oeste de África con las condiciones hidrológicas y la circulación oceánica. George *et al.* (1978, citado por Kanciruk 1980) establecieron una correlación entre la distribución y comportamiento reproductivo con las características oceanográficas para *Jasus lalandii* y *P. homarus rubellus*, a lo largo de las costas oriental y occidental de Sudáfrica.

Dow (1978) reporta que las fluctuaciones cíclicas en la temperatura del mar es el principal factor de influencia en los cambios de abundancia y disponibilidad de *Homarus americanus*, *H. gammarus* y *Nephrops* sp. dentro de su rango de distribución. En un trabajo posterior (Dow 1980), indica que en la pesquería del Atlántico de Norteamérica se realizan predicciones de los niveles de captura a escala anual y mayor, basadas tanto en los niveles de captura previos a la temporada como en la temperatura y el esfuerzo pesquero.

En lo referente a *P. interruptus*, Kanciruk (1980, citando a Sheard 1962) se refiere a esta especie como una de las que exhiben una correlación estacional con las variaciones de la temperatura en cuanto a su proceso reproductivo, en las costas de California.

No se encontraron referencias de estudios sobre la influencia de variaciones interanuales de la temperatura (ni de otros factores) en la abundancia, distribución y/o reproducción para la pesquería de la costa occidental de Baja California. Sin embargo, es esperable que dicha relación exista, tanto por la naturaleza susceptible de la especie como porque se encuentra en una zona de transición que experimenta cambios muy significativos en esta escala de variación.

La Fig. 3 muestra las tendencias que se observan en la producción de langosta para toda la zona de estudio, desde 1941. Cabe recordar que durante el periodo 1942-1945, la mayor parte de las cooperativas habían regularizado su situación legal e iniciado operaciones con relativa normalidad, aunque existen cambios importantes hasta 1970.

Se destacan cinco tendencias; la primera es un incremento sostenido de las capturas hasta 1954/1955. A partir de ese año, la producción se desplomó de alrededor de 1300 ton. a un mínimo de 600 ton. en 1960. Un nuevo crecimiento sostenido tiene lugar en el periodo 1960-1973; con posterioridad, se presentó un decremento hasta 1985, interrumpido por un máximo de producción durante tres buenas temporadas de 1980-1982. En la actualidad, se insinúa un repunte en las capturas, desde el mínimo alcanzado en 1985.

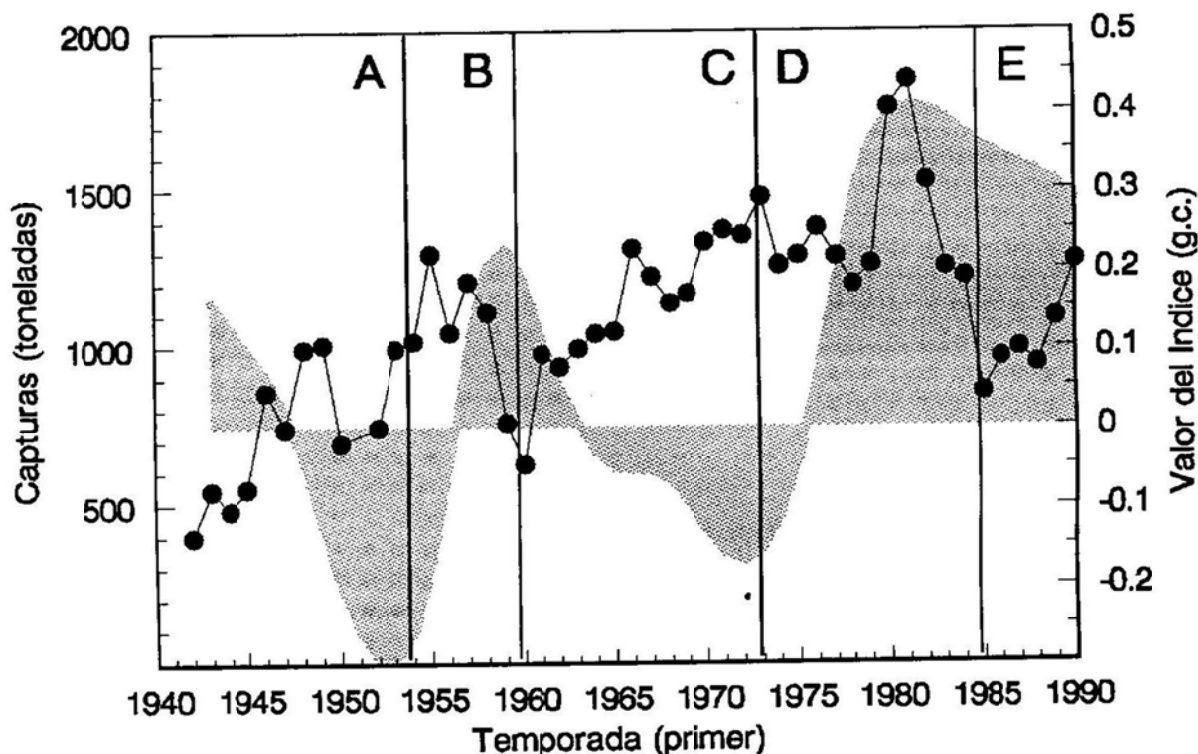


FIGURA 3. CAPTURAS DE LANGOSTA (TEMPORADAS REPORTADAS COMO EL PRIMER AÑO) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA EN EL PERIODO 1942-1990 (CIRCULOS); EN COMPARACION CON LOS VALORES SUAVIZADOS DE LAS ANOMALIAS DEL INDICE TERMICO (CURVA SOMBREADA).

La misma Fig.3 muestra las tendencias en el comportamiento de la temperatura superficial del mar en la zona, según se reflejan en el índice térmico. En términos generales, existe una coincidencia entre las tendencias en los volúmenes de captura y las del régimen térmico; los picos de máxima producción tienden a coincidir con anomalías negativas (enfriamientos) y, por el contrario, los bajos niveles de captura con anomalías positivas o periodos de calentamiento.

Se detectan las siguientes tendencias paralelas de mediana escala: (A):1941-1954, enfriamiento y captura ascendente; (B):1954-1960, calentamiento y captura descendente; (C):1960-1973, enfriamiento y producción ascendente. El periodo 1973-1985 (D), es el de más intenso calentamiento, las capturas muestran un breve y notable repunte en 1980/82, que corresponde al máximo nivel histórico de producción, dentro de una tendencia a la baja. Por último, se presenta la etapa actual, caracterizada por un enfriamiento y recuperación de las capturas a partir de 1985 (E).

La mayor incongruencia en el esquema planteado es la coincidencia entre el máximo del calentamiento 1973-1985 y las capturas excepcionalmente altas de las temporadas 1980-1982. Este máximo de producción no es común a todas las zonas y puede ser explicado por factores locales, principalmente en la zona sur. Por ello, será tratado cuando se presente el análisis por zonas de captura. De cualquier manera, durante las temporadas 1982/83 a 1984/85 ocurrió el descenso más notable de la captura, sólo comparable con el de 1960, el cual sí se manifestó en todas las zonas y es congruente con el esquema planteado.

Salvo el pico 1982/83, es razonable considerar la hipótesis de que los cambios descritos de las capturas reflejan cambios en los patrones de distribución de las especies, en respuesta a las anomalías térmicas. En periodos de calentamiento, el efecto se manifestaría como un decremento en la disponibilidad de langosta roja, la que más contribuye a las capturas y por lo tanto la que determina en mayor medida sus variaciones, en las áreas normales y a los artes de pesca convencionales, sobre todo en el extremo sur de distribución.

Por su parte, se ha observado que la langosta azul tiende a incrementar su disponibilidad en la zona suroccidental, y es posible que una porción de esta población se desplace hacia áreas más norteñas, aunque no sería esperable que esto se reflejara en la captura como una tendencia sostenida a la alza, debido a que esta especie es mucho menos abundante y se encuentra en los límites de su distribución tropical. En años cálidos, dicha especie se ha detectado en las capturas comerciales de los campos pesqueros de las porciones media y sur de la zona centro, con una frecuencia mayor de lo común. Complementando la hipótesis planteada, el efecto inverso se presentaría respecto a la distribución de ambas especies durante años con anomalías térmicas negativas sostenidas.

Aunque existen trabajos sobre la relación entre la abundancia y la distribución de recursos pesqueros con variaciones ambientales en esta escala de tiempo (del orden de décadas), para la zona de la Baja California la mayoría de los análisis se han enfocado a especies pelágicas (Lluch-Belda *et al.*, 1986, 1989, 1991a, 1991b, 1992a, 1992b) y recientemente a moluscos sésiles (Guzmán del Prío *et al.*, 1991). En relación a este tipo de enfoque, se puede considerar que la hipótesis presentada es de las primeras que pretenden explicar la relación entre la variabilidad térmica a nivel de décadas y los recursos bentónicos migratorios en esta región. Su confirmación podría derivarse del seguimiento y análisis a detalle de los cambios en la proporción de especies en la captura comercial (datos que, al menos por el momento, no están disponibles) y de su relación con las fluctuaciones climáticas interanuales y estacionales.

Por lo que toca a las surgencias, en la Fig. 4a se muestra su variación en comparación con los cambios de las capturas. A diferencia de las anomalías térmicas, en este caso no se observa una relación evidente, lo que significa que las variaciones en los diferentes parámetros físicoquímicos que son afectados por los niveles de surgencia no tienen un efecto directo sobre la disponibilidad del recurso. Cabe recordar que la escala temporal que se utiliza (décadas), no permite el análisis de cambios a menor escala, por lo que es posible que a nivel estacional e incluso interanual de alta frecuencia (p.e. eventos "El Niño") este tipo de efectos sí se presenten.

Por otra parte, si las surgencias tuvieran un efecto sobre la sobrevivencia de larvas, éste se manifestaría algunos años después como cambios en las capturas totales. Al graficar ambas con un desfase de 5 años (las surgencias adelantadas respecto a las capturas, Fig. 4b), se detecta una relación inversa entre las tendencias, y una cierta coincidencia entre los picos mínimos y máximos correspondientes.

Esto significaría que, además del efecto directo de la temperatura sobre los patrones de distribución, es posible que la actividad de surgencias tenga un efecto diferido sobre la abundancia a través del proceso de reclutamiento. Este efecto implicaría que uno (o varios) de los factores que se modifican cuando se presentan niveles elevados de surgencias resulta perjudicial para la sobrevivencia larval; quedando descartado al posible efecto benéfico derivado de una mayor productividad. Los trabajos de Lasker (1981), en el caso de pelágicos menores, han sugerido que la turbulencia es un factor que opera en este sentido.

Al respecto, existen algunos trabajos sobre el efecto de las corrientes en el reclutamiento. El desarrollo larvario comprende alrededor de 11 fases planctónicas con una duración de 7 a 8 meses, y los centros de máxima concentración de larvas de *P. interruptus* se ubican en las regiones de las Islas Channel e Isla Cedros (porción media-oeste de la Península (Jonhson 1960), lo que coincide con el patrón de la distribución de adultos (Lindberg, 1955). La gran cantidad de tiempo que la larva permanece como plancton permite que el flujo dominante de la Corriente de California genere una deriva larvaria hacia el sur y suroeste, mientras que el efecto de las corrientes de retroceso (debidas a las anomalías dinámicas, ver Lynn y Simpson (1987) para una descripción sobre las corrientes en la zona) tienden a alejar las larvas de sus áreas normales, hacia los extremos y/o hacia el oeste, lejos de la costa, donde existen condiciones inhabitables (Jonhson 1960).

En función de lo anterior, es factible considerar la hipótesis de que altos índices de surgencias (con el posible transporte de larvas hacia fuera de la costa), en combinación con otros factores como anomalías en la dinámica de la Corriente de California y la Contracorriente de California, propicien una fuerte dispersión de larvas fuera del área óptima de sobrevivencia. Esto determinaría el surgimiento de generaciones poco abundantes de larvas y bajos índices de reclutamiento de puerulus y juveniles, que posteriormente se reflejarían en una disminución

de reclutas al stock capturable, después de 5 a 6 años de acuerdo a las estimaciones preliminares de crecimiento de Ayala (1976).

Para confirmar (o descartar) esta hipótesis, se considera necesario iniciar una línea de estudio que considere el análisis de la influencia que ejerce el patrón de circulación oceánica a lo largo de la costa (contracorrientes, turbulencias y remolinos) sobre la dispersión y retención de larvas (deriva larvaria), y sus variaciones en función de la intensidad de surgencias.

Como ya se mencionó, en el proceso de deriva larval una porción importante de la población se pierde y otra es retenida por el efecto de los citados fenómenos costeros (Johnson, 1960). Por otra parte, el centro de dispersión larval corresponde a lo que en el presente trabajo se ha denominado zona centro. Por lo tanto, entre las incógnitas a despejar figura evaluar la porción de la población larval que sobrevive y su distribución, así como los mecanismos físicos que, combinados con el comportamiento larval y de juveniles, hacen posible un reclutamiento suficiente de langosta como para mantener a dicha zona en una situación comparativamente estable, y aportando la mayor parte de la producción de la Península.

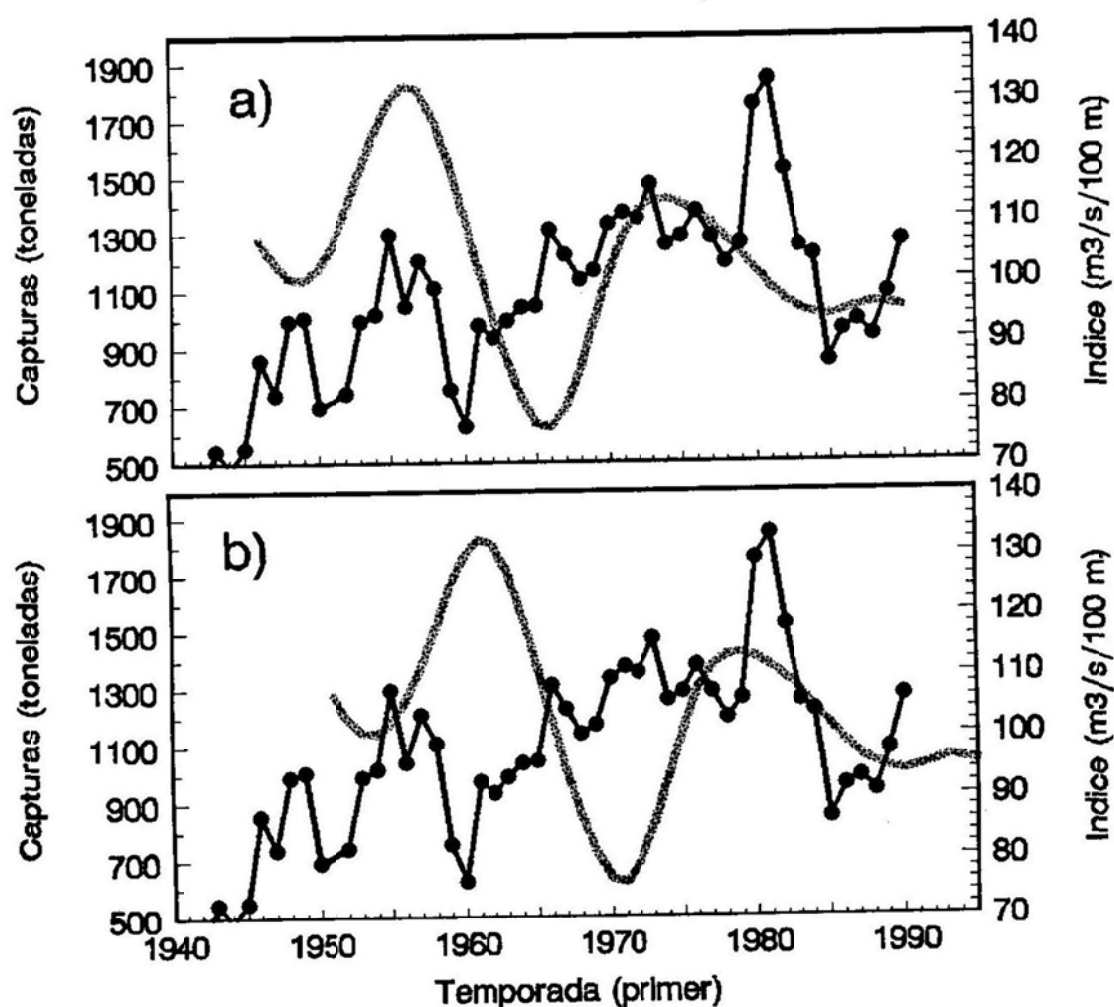


FIGURA 4. CAPTURAS DE LANGOSTA (TEMPORADAS REPORTADAS COMO EL PRIMER AÑO) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA PARA EL PERIODO 1943-1990; EN COMPARACION CON LOS VALORES SUAVIZADOS DEL INDICE DE SURGENCIAS. a) SIN DESFASAMIENTO b) SURGENCIAS DESFASADAS + 5 AÑOS.

Cambios y tendencias interanuales de la producción por zonas.

La variabilidad en la captura global no está explicada de igual manera por las contribuciones relativas de las tres áreas de pesca, ni sería esperable que lo fuera en función de la hipótesis presentada respecto a la influencia de la temperatura sobre la disponibilidad. Es evidente que los cambios térmicos, ya sean calentamientos o enfriamientos sostenidos, afectarán más al recurso (bajo el esquema planteado) cerca de los límites de su distribución, que en el caso de la langosta roja corresponderían a las zonas norte y centro.

Con el propósito de visualizar y analizar las diferencias que existen en la producción por zonas y su contribución a la variabilidad de la captura total, se presentan los cambios interanuales de la captura total de langosta registrada directamente por las cooperativas en el periodo 1970/71 a 1990 (Tabla 2 y Figs. 5 y 6). Desgraciadamente no se tienen disponibles datos anteriores a este periodo, debido a las anomalías operativas de dichas organizaciones y la falta de programas sistemáticos de investigación y seguimiento de la pesquería hasta antes de los 70's.

En volúmenes de producción, corresponde el primer sitio a la zona centro, el segundo a la sur y el tercero a la porción norte. La primera ha contribuido significativamente con los más altos porcentajes (de 62 al 95%), con una variabilidad máxima del 33% de la captura total y un promedio del 79% (863 1/3 año, Fig. 6). La zona muestra en general una pesquería bastante estable (Fig. 5b), con una tendencia generalizada moderadamente ascendente.

TABLA 2. CAPTURAS DE LANGOSTA POR ZONAS DE PESCA, Y PORCENTAJE CON EL QUE CADA ZONA CONTRIBUYE A LA CAPTURA TOTAL POR TEMPORADA (REPORTADA COMO EL PRIMER AÑO)

AÑO	ZONA NORTE	%	ZONA CENTRO	%	ZONA SUR	%	TOTAL
	kg.		kg.		kg.		kg.
1971	158414	12.0	932745	70.9	224691	17.1	1315850
1972	174535	13.3	968282	73.8	168404	12.8	1311221
1973	166974	14.0	853338	71.6	171088	14.4	1191400
1974	58875	5.3	814836	73.1	240976	21.6	1114687
1975	75036	8.4	611180	68.2	209929	23.4	896145
1976	118871	10.7	746360	67.3	243365	22.0	1108596
1977	87207	9.8	745638	83.9	56264	6.3	889109
1978	113161	9.5	979082	82.5	93902	7.9	1186145
1979	94626	8.8	884264	82.7	90906	8.5	1069796
1980	98644	6.2	994966	62.4	501639	31.4	1595249
1981	172250	11.9	1011810	69.7	266584	18.4	1450644
1982	44435	4.4	877862	87.8	77980	7.8	1000277
1983	112276	10.4	901968	83.8	61618	5.7	1075862
1984	64856	7.3	715464	80.9	103943	11.8	884263
1985	24642	3.4	701390	95.4	8857	1.2	734889
1986	62506	6.8	845408	92.4	7013	0.8	914927
1987	92960	9.4	830537	83.9	66462	6.7	989959
1988	72998	7.8	800676	85.2	65830	7.0	939504
1989	46305	4.3	959034	88.3	80809	7.4	1086148
1990	64059	5.0	1083592	85.3	122151	9.6	1269802
PROMEDIO	95182	8	862922	79	143121	12	1101224

La alta productividad y estabilidad de la pesquería en esta zona no parecen guardar mucha relación con los cambios ambientales, al menos en la escala de tiempo analizada.

En cambio, las otras zonas presentan una notable variabilidad y por lo tanto una pesquería de menor producción y poco estable, que se explica tanto por la ubicación de éstas en los límites norte y sur del centro de dispersión (lo que permitiría un mayor efecto de las variaciones climáticas), como por el efecto de factores operativos, que se detallan a continuación.

La zona norte (Fig. 5a) aporta los menores volúmenes de captura, en el rango de 5% al 14%, una variabilidad máxima del 11% de la captura total y un promedio de 8% (95 ton.) anual (Fig.6). En lo general, refleja tanto las tendencias de la captura global como las fluctuaciones de temperatura para este periodo, así como el fugaz repunte de la temporada 1980/81. Por otra parte, exhibe también una marcada tendencia decreciente en la captura que apenas logra un ligero incremento entre 1985 y 1990, en concordancia con el cambio en el régimen térmico. La declinación se evidencia también con la caída del porcentaje aportado, que en los años recientes (1989-90) representa aproximadamente un 50% menos de la captura registrada en las temporadas 1981-83.

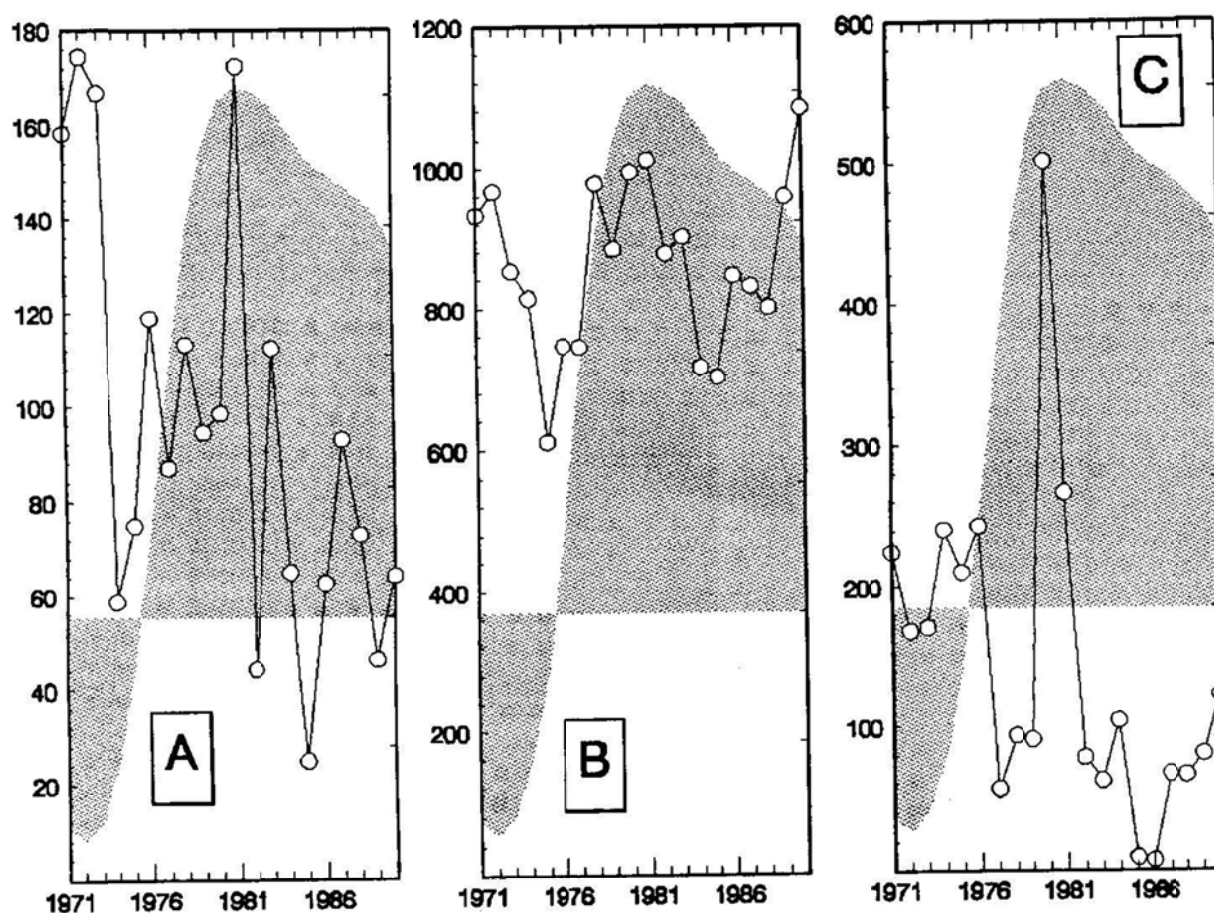


FIGURA 5. CAPTURAS DE LANGOSTA POR ZONAS DE PESCA (TONELADAS), EN COMPARACION CON LOS VALORES SUAVIZADOS DE LAS ANOMALIAS DEL INDICE TERMICO (CURVA SOMBRADA), PARA EL PERIODO 1971-1990. (A) ZONA NORTE (B) ZONA CENTRO (C) ZONA SUR.

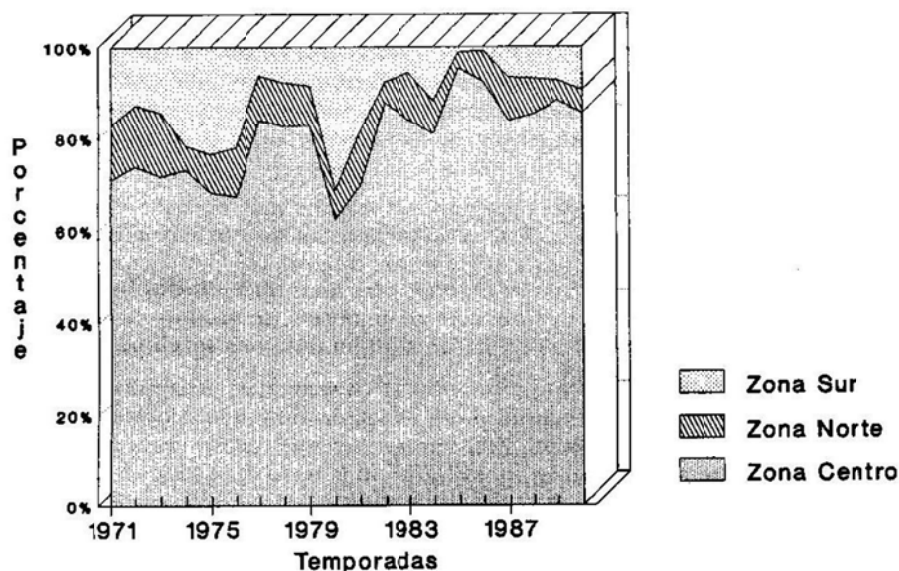


FIGURA 6. PORCENTAJES DE CONTRIBUCION DE LAS ZONAS DE PESCA (CENTRO, NORTE Y SUR) A LA CAPTURA TOTAL DE LANGOSTA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, PARA EL PERIODO 1971-1990.

Además del posible impacto de la temperatura en la distribución y disponibilidad, un factor importante en la recesión de la pesquería ha sido el desorden operativo. Este se ha propiciado por las deficiencias organizativas de las cooperativas establecidas en la zona, en combinación con la ineficacia de la inspección y vigilancia oficiales. Esto ha favorecido la pesca ilegal, desde dentro y fuera de dichas agrupaciones, que actúa sin respetar las medidas regulatorias y con la consiguiente fuga de información sobre captura y esfuerzo. Estas irregularidades han sido señaladas en diversos reportes técnicos generados por el INP, desde principios de los 70's (Ayala *et al.*, 1973, 1976; Pineda y Díaz 1976b, entre otros). Cabe destacar que si bien se detectan las tendencias señaladas, lo que es congruente con la hipótesis planteada; la zona norte contribuye relativamente poco a la variabilidad de la captura total debido a los bajos volúmenes de capturas, pese a que su propia variabilidad es muy alta.

• A la zona sur (Fig. 5c) corresponden tanto el segundo lugar en la producción aportada como la mayor variabilidad (31% de la total) respecto a las demás zonas, ya que contribuye con el 13% promedio (143 t), oscilando del 1% al 32% (Fig. 6). También refleja las tendencias tanto de las capturas totales como del régimen térmico. Además, contribuye con la mayor parte del incremento tan notable de las temporadas 1980/81 y 1981/82. A excepción de dicho pico momentáneo, presenta una acentuada tendencia decreciente en la captura global entre 1970 y 1985/86, y a partir de este último mínimo histórico se observa una tendencia ascendente hasta la fecha, más acentuada que en la zona norte. Es evidente que buena parte de la posible relación entre el régimen térmico y las capturas globales está dada precisamente por el comportamiento observado en esta zona.

Existen dos incongruencias principales en la hipótesis planteada, como ya se mencionó. Por una parte, el pico de 1982/83 que corresponde no con un enfriamiento, sino con los máximos absolutos de temperatura de la serie. Además, el último periodo enfriamiento-incremento en las capturas presenta un desfazamiento, ya que el máximo de temperatura se alcanzó en 1982, mientras que la recuperación de la pesquería es evidente a partir de 1985. Ambos puntos son tratados a continuación.

En relación al incremento de 1982/83, la Fig. 6 muestra que la participación relativa de las zonas norte y centro disminuyó durante este periodo, aumentando notablemente la contribución de la zona sur. Por otra parte, cabe considerar el efecto de las características de transición templado-tropical de esta zona, que se refleja en la

mezcla de especies, langosta roja y azul principalmente, cuya proporción cambia según las tendencias del régimen térmico, predominando la langosta roja en años y áreas más frías y la azul en periodos y/o lugares cálidos, como ya se mencionó.

El análisis preliminar de las capturas procesadas en las plantas de Puerto López Mateos y La Paz (Ayala, 1987) y los registros de la cooperativa "Bahía Magdalena", indican que al menos parte de la explicación, que no parece responder al esquema planteado de la relación temperatura vs. disponibilidad, se encuentra en ambos fenómenos. Dicha cooperativa reporta, en la producción de esos años, altos porcentajes de "langosta caribe" (azul y verde), del orden de 50% al 200% (según la cooperativa) superior al volumen de langosta roja, evidenciando así un aumento considerable (y atípico) en la disponibilidad de langosta azul en la zona sur.

Debe recordarse que el periodo 1980-1985 representa un máximo muy superior al anterior de 1959-1961, siendo el máximo absoluto de la serie histórica. Este periodo (muy cálido y con máximos más sostenidos que los anteriores), pudo haber favorecido la sustitución temporal de langosta roja por langosta azul que de hecho se presentó. De cualquier manera, la sustitución de especies y los altos rendimientos fueron momentáneos; las capturas sufrieron una drástica caída hasta 1985 que, proponemos, se produjo al depender la pesquería nuevamente de la langosta roja, en condiciones climáticas desfavorables para esta especie.

A partir de 1985, tanto en la zona sur como en la norte (y en general en la captura global) se observa una recuperación de los niveles de captura, que coinciden con un incremento en la velocidad del enfriamiento que, de hecho, se observa desde 1982, pero que hasta 1985 mantuvo tasas de cambio muy bajas. Es posible que este comportamiento del régimen térmico (también atípico respecto al resto de la serie) halla mantenido capturas bajas, en el marco de temperaturas elevadas aunque descendentes.

Otra parte de la variabilidad, sin embargo, puede tener su origen en factores diferentes a los ambientales. Es posible que en la tendencia general a la baja, particularmente de 1982 a 1986, esté involucrada cierta influencia de fallas organizativas/operativas internas de la mayoría de las cooperativas establecidas en la zona sur, durante algunas administraciones, en combinación con la escasa eficacia de los dispositivos de inspección y vigilancia oficial. Esto ha propiciado acciones de pesca ilegal e incumplimiento de las medidas regulatorias en materia de vedas, talla mínima legal, prohibición de retener hembras ovígeras y, por consiguiente, pérdida de información sobre esfuerzo y captura; aunque no de modo tan acentuado como en la zona norte.

Esta problemática y sus implicaciones en la desestabilización de las poblaciones y el riesgo de sobreexplotar la pesquería, fue señalada en reportes técnicos del CRIP/BCS durante los 80's (Ayala 1982, 1987). Afortunadamente, parece ser que la reorganización a partir de 1989 del sector cooperativo que opera en esta zona, y los repuntes de las capturas desde 1986, son indicadores de la recuperación de las poblaciones, por factores ambientales y/o operativos, y de un mejoramiento en el manejo de la pesquería.

CONCLUSIONES

Se pueden identificar tres etapas en la pesquería de langostas en la costa occidental de Baja California, con base en el número y características tanto de los equipos de pesca como de las unidades de procesamiento y comercialización. Aunque tanto la primera etapa como el principio de la segunda involucraron cambios cualitativos y cuantitativos que indudablemente influyen en los niveles de captura, desde principios de los 70's las modificaciones han sido menores. De hecho, desde 1956 no se ha observado el crecimiento sostenido de la etapa anterior, sino una oscilación de las capturas alrededor de las 1300 ton. Dicho nivel probablemente corresponde a un óptimo que tiende a autorregularse por la estabilización del esfuerzo, propiciado por la exclusividad de áreas y recurso bajo el sistema de especies reservadas a cooperativas.

Hay una concordancia entre las oscilaciones de la captura y la variabilidad térmica en el orden de décadas, presentándose tres periodos de enfriamiento-incremento de las capturas alternados con dos de calentamiento-decremento de las capturas, dentro del periodo 1941-1990. La concordancia indica la posibilidad de que tendencias sostenidas de incremento o decremento de la temperatura afecten la disponibilidad del recurso, a través de cambios en su distribución. Este patrón sólo se ve interrumpido por las capturas elevadas de 1980-82, inmerso en un periodo extraordinariamente cálido y de temperaturas comparativamente más sostenidas que los anteriores.

Existen diferencias marcadas entre la producción langostera de las tres zonas consideradas, que se atribuyen tanto al efecto de aspectos operativos de la pesquería como al marco ambiental, biótico y abiótico. Mientras la zona centro muestra capturas comparativamente estables, que no guardan relación con los cambios del régimen

térmico, las otras (sobre todo la sur) explican prácticamente toda la variabilidad, y muestran la concordancia referida, aunque también los máximos de producción del 1980-82. La zona centro presenta niveles elevados de producción y soporta en buena medida la pesquería (sobre todo cuando las capturas son bajas), y contribuye a que la alta variabilidad de las otras dos zonas sea amortiguada en la captura global de la Península.

Los porcentajes con los que cada una de las áreas contribuye a la producción total muestran cambios durante el periodo 1980-82, con una disminución de las contribuciones de las zonas centro y norte. En la zona sur, las capturas mostraron, para esos años, una proporción inusual de langostas tropicales en detrimento de la dominancia de langosta roja, templada, que normalmente domina las capturas. Es posible que la substitución de especies debida a los máximos del régimen térmico (décadas) explique, al menos en parte, las elevadas capturas de esos años.

Existe una cierta correspondencia entre las tendencias sostenidas (en el orden de décadas) de los niveles de surgencia y los niveles de captura, donde 5 años después de altos niveles de surgencias se presentan bajos rendimientos. Esto puede indicar que niveles elevados de surgencias (en combinación con otros factores) propician el arrastre de las larvas hacia zonas inhóspitas, produciendo reclutamientos débiles a la pesquería. El desfaseamiento utilizado corresponde gruesamente al tiempo estimado que tarda la larva en reclutarse a la pesquería.

Para confirmar (o descartar) las hipótesis que se plantean, son necesarias investigaciones sobre a) Los niveles de esfuerzo aplicados y su impacto en los niveles y composición de las capturas por zonas, b) Relaciones stock-reclutamiento, particularmente el proceso de deriva larval en relación a los patrones de circulación, c) Factores ecológicos que expliquen las diferencias en la abundancia por zonas, bajo la perspectiva de la dinámica de comunidades y d) Los mecanismos a través de los cuales los cambios en el régimen térmico pueden afectar la disponibilidad.

Por último, se estima como altamente recomendable que los productores colaboren en la recopilación de la información, a fin de estar en condiciones de realizar un diagnóstico y predicción adecuado de esta pesquería, así como la aplicación más estricta de las medidas regulatorias en las zonas sur y norte.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Federación Regional de Cooperativas Pesqueras "Baja California" por hacer accesibles los datos de capturas del periodo 1970-1991. Asimismo, a las S.C.P.P. "Bahía Magdalena" y "Puerto Chale" por hacer lo propio. Al Director del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz por las facilidades otorgadas, y en particular a las siguientes personas: Ocean. Gerónimo Espinoza, por su labor de recopilación de datos faltantes para algunas cooperativas y C. Carlos Castro Aguirre, por su colaboración en el ordenamiento y procesamiento de los datos. También se desea manifestar el reconocimiento a la labor de investigación de la Biól. Yolanda Ayala, cuyos trabajos han sido importantes referencias para el presente. La fuente original de la información sobre parámetros ambientales ha sido proporcionada por la National Ocean Atmosphere Administration, parte de ella a través del Southwest Fisheries Center. El procesamiento de estos datos se realizó gracias a la ayuda del M. en C. Sergio Hernández V. y del Biól. César A. Salinas Z., del Departamento de Climatología Aplicada del Centro de Investigaciones Biológicas. Por último, al Dr. Daniel Lluch Belda por sus comentarios y sugerencias.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, B.M. 1916. Notes on the spiny lobster (*Panulirus interruptus*) of the California coast. Univ. Calif. Publ. Zool. 16(12): pp. 139-152.
- ANDRADE, P.M.L. 1991. Sinopsis evolutiva de la pesquería de langosta roja (*Panulirus interruptus*, Randall 1840), en el litoral Pacífico de la Península de Baja California, y su relación con los mecanismos regulatorios. Federación Reg. Soc. Coop. Ind. Pesquera "Baja California", F.C.L. 31 p.
- ANONIMO, 1988. Situación actual de la pesquería de langosta. En: Situación actual de las principales pesquerías mexicanas (Polanco E. et al. Eds.) Secretaría de Pesca, pp. 193-218.
- ANONIMO, 1991. Graftool: Grafical analysis system for scientific users (User's guide). 3D-Visions Co.

- AYALA M.Y., 1976. Aspectos biológicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1840) del área comprendida entre Malarrimo y La Lobera (5 Km. al sur de Punta Eugenia B.C.S.). S.I.C./Subsecretaría de Pesca, I.N.P. Memoria del primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros masivos de México. Volumen Especial Abulón-Langosta pp. 37-72.
- AYALA M.Y., 1982. Resultados de los muestreos de langosta roja (*Panulirus* spp.) en la región de Bahía Magdalena, B.C.S., en el periodo de marzo a diciembre de 1981. Departamento de Pesca/I.N.P.-Centro Inv. Pesq./La Paz Inf. Téc. Interno.
- AYALA M.Y., 1983. Madurez sexual y aspectos reproductivos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1840) en la costa oeste central de la Península de Baja California, México. Secretaría de Pesca, I.N.P., Ciencia Pesquera (4): 33-48 pp.
- AYALA M.Y., 1987. Análisis de la producción de langosta (*Panulirus* spp.) de las cooperativas "Bahía Magdalena" y "Puerto Chale", durante el periodo 1975-1982. Secretaría de Pesca, I.N.P.-Centro Reg. Inv. Pesq./La Paz, Inf. Téc. Interno.
- AYALA M.Y., J. PINEDA y S.A. GUZMAN, 1973. Explotación de langosta roja en el estado de Baja California durante la temporada 1971-1972. Análisis de la composición por tallas de la captura comercial. Instituto Nacional de la Pesca/SIC Subsecretaría de Pesca, Serie inf. No 11: 1-5 pp.
- AYALA M.Y., J. PINEDA y J. DIAZ de LEON C. 1976. Análisis de la temporada de pesca 1971-72 y 1972-73 de langosta roja (*Panulirus interruptus*) registrada en Baja California Norte. Instituto Nacional de la Pesca/SIC Subsecretaría de Pesca. Memoria del primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros masivos de México. Volumen Especial Abulón-Langosta pp. 75-101.
- AYALA M.Y., J.G. GONZALEZ A., G. ESPINOZA C., 1988. Biología y pesca de la langosta en el Pacífico mexicano. En: Los recursos pesqueros masivos de México. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca, XXV Aniversario. 251-286 pp.
- CHAPA S.H., 1963. La Pesquería de Langosta en el Pacífico Mexicano. Primer Congreso Nacional de Oceanografía. SIC/Dir. Gral. de Pesca/INIBP. Ser. Div. VII (61):1-13 pp.
- CHAPA S.H., 1964. Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su Pesquería. SIC/Dir. Gral. Pesca Ind. Cxas. /INIBP (6): 5-68 pp.
- CHEKUNOVA V.I., 1972. Geographical distribution of spiny lobster and ecological factors determining their commercially important concentrations. Okeanogr. 77 (2): 110-119 pp. (Trad. al Inglés por NMFS, Foreign Fish. Transl. TT 73-50035. 11 pp.)
- COOPER N.S., WHYSALL B.D. y BIGG G.R., 1989. Recent decadal climate variations in the tropical Pacific. Int. Jour. Climat., Vol.9: 221-242 pp.
- DAVIS C.E., 1977. Effects of recreational harvest on a spiny lobster, *Panulirus argus*, population. Bull.Mar.Sci. 27(2):223-236 pp.
- DOW R.L., 1978. Effects of sea surface temperature to American and European, and Norway lobsters. J. Cons. Int. Explor. Mer. 38(2) 271-272 pp.
- DOW R.L., 1980. The Clawed lobster fisheries. En: The Biology and Management of Lobsters (Cobb J.S. and Bruce F. Phillips Eds.). Acad. Press. II(2): 265-316 pp.
- GRACIA A. y C.B. KENSLER, 1980. Las langostas de México: su Biología y Pesquería. An. Centro Ciencias del Mar y Limnología/UNAM 7(2): 111-128 pp.
- GUZMAN del PROO S.A., 1975. Síntesis de información estadística sobre abulón y langosta en Baja California. I.N.P., INP/SI: 131 p.
- GUZMAN del PROO S.A., S de la CAMPA de GUZMAN y J. PINEDA-BARRERA, 1972. Flora macroscópica asociada a los bancos de abulón (*Haliois* spp.) en algunas áreas de la costa occidental de la Península de Baja California. Mem. IV Congr. Nal. Ocean. (México): 257-263 pp.

- GUZMAN del PROO S.A., D. LLUCH-BELDA, D.B. LLUCH-COTA, S. HERNANDEZ-VAZQUEZ y C.A. SALINAS ZAVALA, 1991. The effect of climatic change on abalone (*Haliotis* spp.) abundance along the Pacific coast of the Baja California Peninsula. Taller México- Australia sobre reclutamiento de recursos marinos bentónicos de la Península de Baja California. I P N -E N C B /CICIMAR-I N P , La Paz B C S , 25-29 noviembre de 1991.
- HERNANDEZ-VAZQUEZ S., D. LLUCH-BELDA, D.B. LLUCH-COTA y C.A. SALINAS ZAVALA. Marco ambiental de la costa occidental de la Península de Baja California, México. Taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos marinos bentónicos de la Península de Baja California. I P N -E N C B /CICIMAR-I N P , La Paz B.C.S., 25-29 noviembre de 1991.
- HUYER A., 1983. Coastal upwelling in the California Current System. Pergamon Press Ltd. 12: 259-284 pp.
- JOHNSON M.W., 1960. The offshore drift of larvae of the California spiny lobster *Panulirus interruptus*. CalCOFI Rep. 7:147-161 pp.
- JOHNSON M. W., 1971. The Palinurid and Scyllarid lobster larvae of the tropical Eastern Pacific and their distribution as related to the prevailing hydrography. Bull. Scripps. Inst. Ocean. Vol. 19: 1-36 pp.
- KANCIRUK P., 1980. Ecology of juvenile and adult of palinuridae (spiny lobsters). En: The Biology and Management of Lobsters (Cobb J.S. and Bruce F. Phillips Eds.). Acad. Press, 11(2): 59-96 pp.
- LASKER R., 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. En: Marine fish larvae: morphology, ecology and relation to fisheries. (R. Lasker Ed.). Univ. Washington Sea Grant. Seattle, WA 80-87 pp.
- LINBERG R.G., 1955. Growth, population dynamics and field behavior in the lobsters, *Panulirus interruptus* (Randall). Univ. of Calif. Zool. XXII(6): 157-248 pp.
- LLUCH-BELDA D., J.J. MAGALLON and R.A. SCHWARTZLOSE, 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. CalCOFI Rep. XXVII: 136-140 pp.
- LLUCH-BELDA D., R.M.J. CRAWFORD, T. KAWASAKY, A.D. MACCALL, R.H. PARRISH, R.A. SCHWARTZLOSE and P.E. SMITH, 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. S.Afr.J.Mar.Sci. 8: 195-205 pp.
- LLUCH-BELDA D., S. HERNANDEZ-VAZQUEZ and R.A. SCHWARTZLOSE, 1991a. A hypothetical model for the fluctuations of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*). En: Long Term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment. Proceedings of the International Symposium, Sendai, Japan, 14-18 November 1989. (Kawasaki et al. Eds.) Pergamon Press, 293-299 pp.
- LLUCH-BELDA D., D.B. LLUCH-COTA, S. HERNANDEZ-VAZQUEZ and C.A. SALINAS-ZAVALA and R.A. SCHWARTZLOSE, 1991b. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. CalCOFI Rep. XXXII: 105-111 pp.
- LLUCH-BELDA D., D.B. LLUCH-COTA, S. HERNANDEZ-VAZQUEZ and C.A. SALINAS-ZAVALA. 1992a. Sardine populations expansion at the eastern boundary systems of the Pacific Ocean, as related to sea surface temperature. S.Afr.J.Mar.Sci. (en prensa).
- LLUCH-BELDA D., S. HERNANDEZ-VAZQUEZ, D.B. LLUCH-COTA, C.A. SALINAS -ZAVALA and R.A. SCHWARTZLOSE, 1992b. The recovery of the California sardine as related to global change. (sometido a CalCOFI Reports).
- LOZANO A.E., F.P. BRIONES and B.P. PHILLIPS, 1991. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía Ascensión, México. Fish. Bull. (89): 19-89 pp.
- LYNN J.R. and J.J. SIMPSON, 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. Jour. Geoph. Res. 92(c12): 12947-12966 pp.
- MASON J.E. and A. BAKUN, 1986. Upwelling index update, U.S. west coast, 33-48N Latitude. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Mem. NOAA-TM-NMFS-SWFC-67. 81 p.

- NORTON J., D. McLAINE, R. BRAINARD and D. HUSBY, 1985. The 1982-83 El Niño Event of Baja and Alta California and its Ocean Climate Context. En: El Niño North: Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean (Wooster W.S. y Fluharty L.D. Eds.). Washington Sea Grant Prog., University of Washington.
- PHILANDER S.G.H., 1985. El Niño and La Niña. *Journ. Atmos. Sci.* 42(23): 2652-2662 pp.
- PINEDA B.J. y J.A. DIAZ de LEON C. 1976a. Principales áreas de pesca de langosta en la costa Occidental de la Península de Baja California. SIC/Subsecretaría de Pesca/INP. Mem. Primer Simp. Nal. Rec. Pesq. Masivos de México. VolII, 1-36 pp.
- PINEDA B.J. y J.A. DIAZ de LEON C. 1976b. Análisis comparativo de las temporadas 1972/73 y 1973/74 de pesca de langosta en la costa Occidental de la Península de Baja California. SIC/Subsecretaría de Pesca/INP. Mem. Primer Simp. Nal. Rec. Pesq. Masivos de México. Vol. especial, 103-144 pp.
- WILSON, R. C. 1948. A review of the southern California spiny lobster fishery. *Cal. Fish and Game* 34(2).
- WOOSTER W.S. and D.L. FLUGARTY (Eds.), 1985. El Niño North: Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean. Washington Sea Grant Prog., University of Washington. 312 p.

Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California, terminado de imprimir en el mes de septiembre de 1992 en los talleres de Manufacturas Lusag, S.A., Dr. Vértiz No. 1084, México, D.F. Su tiraje fue de 1 000 ejemplares, impresos los forros en couché cubiertas dos caras e interiores en cultural de 44.5 kg. El cuidado de la edición estuvo a cargo de la Dirección de Publicaciones de la Unidad de Comunicación Social de la Secretaría de Pesca.

