

Taller Regional Sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta

PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO. 6-9 JUNIO 1988



COMITÉ TÉCNICO CONSULTIVO DEL PROGRAMA
LANGOSTA DEL GOLFO DE MEXICO Y CARIBE

Editor científico y Coordinador del evento: Patricia Briones Fourzán

Editor Técnico: Rodolfo del Arenal C.



INSTITUTO DE CIENCIAS
DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
UNAM



INSTITUTO NACIONAL
DE LA PESCA
SEPESCA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ANALES DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

COMITE EDITORIAL . EDITORIAL BOARD

Jorge Carranza Fraser, Director	Carlos del Rio-Estrada, Editor
Eduardo Aguayo Camargo	Michel Hendrickx Reners
Virgilio Arenas Fuentes	Eric Jordán Dahlgren
José Barberán Falcón	Luis A. Soto González
Manuel Uribe Alcocer	

CONSEJEROS EDITORIALES . EDITORIAL ADVISERS

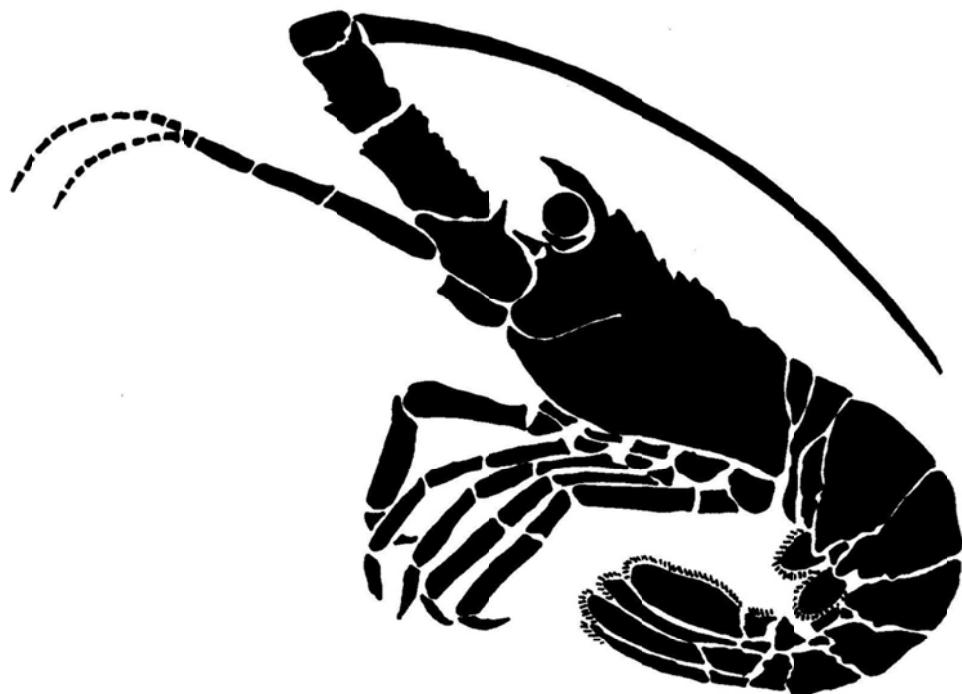
Angeles Alvariño, USA	Pierre Lasserre, FRANCE
Patricio A. Bernal, CHILE	Santiago R. Olivier, ARGENTINA
Enrique E. Boschi, ARGENTINA	Fred B. Phleger, USA
Bruno D'Anglejan, CANADA	Mario Ruivo, PORTUGAL
John W. Day, Jr., USA	Hans U. Roll, WEST GERMANY
Klaus Gocke, WEST GERMANY	Bjorn Kjerfve, USA
Richard Schwartzlose, USA	

Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ISSN 0185-3287) es una revista científica arbitrada de circulación internacional catalogada en diversos índices especializados a nivel mundial. Tiene como finalidad dar a conocer en forma oportuna las contribuciones originales y relevantes sobre investigaciones realizadas en las diferentes disciplinas de la Oceanografía y Limnología principalmente en el área tropical y subtropical americana, desarrolladas por miembros del personal académico del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) y por la comunidad científica, nacional e internacional. Los manuscritos serán juzgados por dos o más árbitros científicos nacionales y/o internacionales. No se aceptarán manuscritos que estén siendo sometidos para su publicación en otra revista. Las instrucciones a los autores se incluyen en la parte final de cada revista. Las ideas expresadas son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

The Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ISSN 0185-3287) is an arbitrated scientific journal of world-wide distribution and is found in several specialized international indexes. Its aim is to communicate the original and relevant results of research projects carried out in all areas of Oceanography and Limnology, mainly those related to the tropical and subtropical regions of the Americas, by the scientists of the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) and by those of the national and international scientific community. Manuscripts will be reviewed by two or more national or international scientific advisers. Manuscripts currently under consideration for publication in other journals will not be accepted. Instructions to contributors are included on the inside back cover of every issue. The ideas presented are of the exclusive responsibility of the authors.

Taller Regional Sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta

PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO. 6-9 JUNIO 1988



COMITÉ TÉCNICO CONSULTIVO DEL PROGRAMA
LANGOSTA DEL GOLFO DE MEXICO Y CARIBE

Editor científico y Coordinador del evento: Patricia Briones Fourzán

Editor Técnico: Rodolfo del Arenal C.



INSTITUTO NACIONAL
DE LA PESCA
SEPESCA



INSTITUTO DE CIENCIAS
DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
UNAM

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Jorge Carranza Fraser, Director
Virgilio Arenas Fuentes, Secretario Académico
Carlos del Río Estrada, Editor

**INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
SECRETARÍA DE PESCA**

Margarita Lizárraga, Directora
Myrna Wong, Directora de Recursos y Ambientes Pesqueros

Copyright © 1991 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM
INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA, SEPESCA
MÉXICO, D. F.

**COMITÉ TECNICO CONSULTIVO DEL PROGRAMA
LANGOSTA DEL GOLFO DE MÉXICO Y CARIBE**

PRESIDENTE:

Dr. Jorge Carranza Fraser
Director del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
UNAM

PRESIDENTA ALTERNA:

M. en C. Patricia Briones Fourzán
Investigadora Asociada, Estación "Puerto Morelos"
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

SECRETARIA TÉCNICA:

Biol. Alicia Bárcenas Ibarra
Directora General del Instituto Nacional de la Pesca
SEPESCA

SECRETARIO TÉCNICO ALTERNO:

Biol. Héctor Lesser Hiriat
Director del Centro de Investigación Pesquera en Puerto Morelos, Q.R.
Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA

CONTENIDO

• INTRODUCCIÓN AL TALLER REGIONAL SOBRE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA Patricia Briones Fourzán	I
• PROGRAMA DEL TALLER	III
• PARTICIPANTES EN EL TALLER	VII
• MARCO TEÓRICO DE LA REGULACIÓN PESQUERA EN LANGOSTAS Patricia Briones Fourzán	1
• DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN ACTUAL DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTAS EN QUINTANA ROO Héctor Lesser Hiriart	11
• ESTRATEGIAS DE MANEJO BASADAS EN EL MODELO GLOBAL Y PERSPECTIVAS DE APLICACIÓN A LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DE QUINTANA ROO Eloy Sosa Cordero	15
• EVALUACIÓN Y OPCIONES DE MANEJO EN LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DEL CARIBE MEXICANO Jaime González Cano	23
• CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE LA LANGOSTA <i>Panulirus argus</i> EN LA BAHÍA DE LA ASCENSIÓN, QUINTANA ROO Enrique Lozano Alvarez	33
• ESTIMACIÓN DEL RECLUTAMIENTO Y SUS APLICACIONES EN EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DEL CARIBE <i>Panulirus argus</i> Tomás Camarena Luhrs	43
• ANÁLISIS PRELIMINAR DE SERIE DE TIEMPO DE LA CAPTURA Y SU SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DE LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA <i>Panulirus argus</i> (LATREILLE 1804) EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO, MÉXICO Leopoldo Zenil Hidalgo	47
• MARCO TEÓRICO PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA <i>PANULIRUS ARGUS</i> DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE Juan Carlos Seijo Gutiérrez Silvia Salas Márquez Patricia Arceo Briseño	55
• ANÁLISIS DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN EN LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA <i>Panulirus argus</i> Patricia Arceo Briseño Juan Carlos Seijo Gutiérrez	61
• CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN YUCATÁN Dilio Fuentes Castellanos Patricia Arceo Briseño Silvia Salas Márquez	65

• IMPlicaciones Teóricas de la Diferenciación de Poblaciones para Estrategias de Manejo	
Silvia Salas Márquez	75
• Consideraciones para el Manejo de <i>Panulirus guttatus</i> (LATREILLE) en Quintana Roo, México	
Patricia Briones Fourzán	81
• Resumen de las Mesas de Discusión y Conclusiones del Taller	91

**COMITE TECNICO CONSULTIVO DEL PROGRAMA LANGOSTA DEL
GOLFO DE MEXICO Y CARIBE**

TALLER REGIONAL SOBRE MANEJO DE LA PESQUERIA DE LANGOSTA

JUNIO 6-9, 1988

ESTACIÓN "PUERTO MORELOS", INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM

P R O G R A M A

JUNIO 6. SESIONES DE PONENCIAS

SESIÓN DE LA MAÑANA. MODERADOR: JUAN C. SEIJO G.

9:00 Introducción y Mecánica de la Reunión. (P. Briones F.)

9:30 Marco Teórico del Manejo de Recursos Pesqueros. (J.C. Seijo G.)

10:00 Marco Teórico del Manejo de Langostas (P. Briones F.)

10:30 Reseña Histórica de Administración de la Pesquería de Langosta (*Panulirus argus*) en el Golfo de México y Caribe (D. Fuentes C.)

11:00 R e c e s o .

11:15 Estrategias de manejo basadas en el modelo pesquero global y perspectivas de aplicación a la pesquería de Quintana Roo. (E. Sosa C.)

11:45 Estimaciones de reclutamiento y sus implicaciones en el manejo de la pesquería de langosta en Quintana Roo. (T. Camarena L.)

12:15 Recomendaciones de manejo de la pesquería de langosta en la Bahía de la Ascensión. (E. Lozano A.)

12:45 R e c e s o .

SESIÓN DE LA TARDE. MODERADOR: ELOY SOSA C.

15:00 Consideraciones para el manejo de *Panulirus guttatus* en el norte de Quintana Roo. (P. Briones F.)

15:30 Políticas estatales de desarrollo de pesquerías de langosta (H. Lesser H.)

16:00 Consideraciones preliminares para el manejo de la pesquería de langosta en Yucatán (D. Fuentes C.)

16:30 R e c e s o .

16:45 Análisis de funciones de producción en la pesquería de la langosta *Panulirus argus*. (P. Arceo B.)

17:15 Implicaciones teóricas de la diferenciación de poblaciones para estrategias de manejo. (S. Salas M.)

17:45 Análisis bioeconómico dinámico para evaluación de estrategias de manejo. (J.C. Seijo G.)

18:15 Análisis de la evaluación y opciones de manejo en la pesquería de langosta del Caribe Mexicano. (J. González C.)

JUNIO 7. MESAS DE DISCUSIÓN

9:00 - 13:00 horas.

MODERADOR: ENRIQUE LOZANO A.

SECRETARIO: TOMÁS CAMARENA L.

MESA 1.- ANÁLISIS CRÍTICO DE LA ESTRATEGIA DE REGULACIÓN ACTUAL

- . Factores que la determinan.
- . Conocimiento sobre estos factores.
- . Aplicación de la estrategia actual.
- . Validez de la estrategia actual.

13:00 R e c e s o

15:00 - 18:00 horas

MODERADOR: DILIO FUENTES C.

SECRETARIA: SILVIA SALAS M.

MESA 2.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE MANEJO

- . Impacto al recurso.
- . Impacto en la producción-empleo.
- . Impacto en el tiempo.
- . Factores de Incertidumbre.
- . Evaluación y seguimiento.
- . Necesidades de investigación.

JUNIO 8. MESAS DE DISCUSIÓN.

9:00 - 13:00 horas.

MODERADOR: P. BRIONES F.

SECRETARIO: H. LESSER H.

CONTINUACIÓN DE LA MESA 2

13:00 R e c e s o.

15:00 - 18:00 horas.

MODERADOR: P. BRIONES F.

SECRETARIO: H. LESSER H.

MESA 3. CONCLUSIONES

. Estrategias de manejo más adecuadas.

. Necesidades de investigación.

. Participación de:

Responsables de administrar el recurso.

Usuarios del recurso.

Comité Técnico Consultivo.

JUNIO 9. REDACCIÓN Y EDICIÓN DE CONCLUSIONES DEL TALLER

P. BRIONES F.,H. LESSER H.,T. CAMARENA L.,J.C. SEIJO G.

PARTICIPANTES EN EL TALLER REGIONAL SOBRE MANEJO DE LA PESQUERIA DE LANGOSTA

- CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA - YUCALPETÉN
(INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA, SEPESCA)
 - M. en C. Dilio Fuentes Castellanos.
 - Biol. Patricia Arceo Briscño.
- CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA - PUERTO MORELOS
(INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA, SEPESCA)
 - Biol. Héctor Lesser Hiriart.
 - M. en C. Jaime González Cano.
 - T.A. Carlos Aguilar Cardoso.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS - UNIDAD MÉRIDA
(INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL)
 - Dr. Juan Carlos Seijo Gutiérrez.
 - M. en C. Silvia Salas Márquez.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUINTANA ROO
 - Dr. Tomás Camarena Luhrs.
 - M. en C. Eloy Sosa Cordero.
 - Biol. Arturo Alvarez Aguilar.
 - Biol. Leopoldo Zenil Hidalgo.
- ESTACIÓN "PUERTO MORELOS", INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
(UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO)
 - M. en C. Enrique Lozano Alvarez.
 - M. en C. Patricia Briones Fourzán.
- DIRECCIÓN DE FOMENTO PESQUERO, GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN
 - Biol. Ricardo Torres Lara.

INTRODUCCIÓN AL TALLER REGIONAL SOBRE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA

*Patricia Briones Fourzán **

Hasta hace relativamente poco tiempo, prácticamente no había estudios sobre la langosta *Panulirus argus* en el Caribe mexicano. Las razones para ello eran muchas y muy variadas: la pesquería de este recurso no empezó a ser importante sino hasta finales de la década de los sesenta; la zona del país donde esta especie es más abundante - el litoral de Quintana Roo - se encontraba muy aislada en términos de vías de comunicación; no existía una infraestructura adecuada de investigación en la zona, y el número de investigadores era sumamente reducido. Después de 1970, la situación cambió radicalmente. La pesquería de langosta "despegó" con la creación de numerosas cooperativas pesqueras. Se instalaron plantas procesadoras y comercializadoras del recurso. En la parte norte del litoral de Quintana Roo se creó uno de los polos de desarrollo turístico más grandes e importantes del país: Cancún, con un desarrollo paralelo de diversas vías de comunicación. Algunas instituciones construyeron centros y estaciones de investigación científica, amplias y cómodas, en puntos considerados como estratégicos para esta actividad, y el personal de investigación aumentó considerablemente en la zona, incluyendo investigadores y técnicos que, reconociendo la importancia de la langosta en el contexto pesquero no sólo de esta zona, sino del país, enfocaron sus esfuerzos a su conocimiento biológico, ecológico y pesquero.

Sin embargo, la necesaria coordinación entre las instituciones y los investigadores dedicados al estudio de la langosta tomó un tiempo todavía mayor. Se carecía de un intercambio activo y constante de ideas, información y experiencias. Hacía falta un mecanismo de comunicación que permitiera un acercamiento entre las diferentes instituciones y que brindara un foro en el cual se pudieran presentar los objetivos y avances de los proyectos de investigación para exponerlos a la discusión y a la crítica constructiva. Cada vez se hacía más necesaria una organización a través de la cual se fueran integrando la información y los resultados de los diversos proyectos para lograr un conocimiento más completo de la langosta y su pesquería.

La creación del Comité Técnico Consultivo del Programa Langosta del Golfo de México y Caribe vino a llenar ese hueco. Desde su instalación, en mayo de 1986 hasta la fecha, ha sido el foro en el cual no solamente se reunen los investigadores y técnicos que estudian la langosta, sino también los usuarios del recurso y los encargados de administrarlo. Las reuniones del Comité cumplen una función doble: en ellas se presentan de manera suscrita los avances de los proyectos de investigación y se discuten ampliamente sus resultados, pero en ellas se vierten, además, los problemas e inquietudes de los diversos sectores involucrados con la langosta. Estas reuniones sirven para normar las actividades de investigación y priorizar los aspectos que requieren ser estudiados.

Uno de los atributos del Comité es la organización de eventos académicos para estimular la colaboración interinstitucional. A raíz de la segunda reunión del Comité (octubre de 1987) y por iniciativa de algunos investigadores, se consideró oportuno llevar a cabo un Taller Regional sobre el Manejo de la Pesquería de la Langosta. En este taller, se presentarían

* Presidenta Alterna del Comité Técnico Consultivo del Programa Langosta del Golfo de México y Caribe.

diversos trabajos que estuvieran relacionados con el análisis crítico de las actuales medidas regulatorias de esta pesquería, a la luz de la información acumulada hasta el presente por los diversos investigadores. De esta manera, integrando dicha información, y tomando en cuenta también factores sociales y económicos, se podría considerar la posibilidad de plantear algunas medidas alternativas que permitieran un mejor aprovechamiento de este recurso.

El Taller Regional sobre el Manejo de la Pesquería de la Langosta se llevó a cabo del 6 al 9 de junio de 1988, en la Estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, con la participación de investigadores y técnicos de las siguientes instituciones: Centro Regional de Investigación Pesquera-Yucalpetén (INP-SEPESCA), Centro Regional de Investigación Pesquera-Puerto Morelos (INP-SEPESCA), Centro de Investigación y Estudios Avanzados -Unidad Mérida (IPN), Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM), y Dirección de Fomento Pesquero del Gobierno del estado de Yucatán.

La estructura del Taller fué la siguiente: el día 6 de junio se presentaron 12 ponencias. Algunas de ellas cubrieron aspectos teóricos del manejo de la pesquería de langostas, otras brindaron un resumen actualizado del conocimiento biológico de esta especie, otras revisaron la aplicación de modelos pesqueros a este recurso. Los días 7 y 8, se llevaron a cabo tres mesas redondas de discusión, sobre Análisis de la Regulación Vigente, Alternativas de Regulación y Conclusiones del Taller. El día 9 se redactaron y editaron las Conclusiones y se acordó la presentación de los trabajos escritos. El programa detallado se presenta más adelante.

Puede afirmarse que el Taller tuvo un gran éxito. El número reducido de participantes (menos de quince) permitió una discusión libre y activa, y un tratamiento ágil de los diversos aspectos que se revisaron. Como un resultado directo del Taller, se acordaron diversas colaboraciones entre investigadores de diferentes instituciones, y la creación de un banco de datos que reúna la información que se tiene en la actualidad sobre langosta del Caribe. Se detectaron, además, algunos puntos clave para futuras investigaciones. Las medidas alternas de regulación que se proponen en las conclusiones del Taller, son resultado de un análisis profundo de la información existente y de una amplia discusión sobre sus posibles efectos.

En estas Memorias, se presentan los 12 manuscritos enviados por diversos participantes a Taller, así como los resúmenes de los presidentes y secretarios de las mesas de discusión, y las conclusiones del Taller.

Quisiera agradecer, a nombre del Comité, a todos los participantes en este Taller por su entusiasmo y por su constante colaboración a lo largo del mismo. En particular, un reconocimiento al Dr. Juan Carlos Seijo G., al Dr. Tomás Camarena L. y al Biol. Hécto Lesser H., por su atinada participación en la redacción de las Conclusiones del Taller. Po último, es justo reconocer que este Taller no podría haberse llevado a cabo sin el apoyo irrestricto del M. en C. Enrique Lozano A. y del Biol. Francisco Escobar de la L., Jefe Coordinador Técnico, respectivamente, de la Estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, así como del Dr. Jorge Carranza F., Director del Instituto y Presidente de este Comité.

MARCO TEÓRICO DE LA REGULACIÓN PESQUERA EN LANGOSTAS

Patricia Briones Fourzán*

RESUMEN

Se describen las medidas regulatorias más usuales en pesquerías marinas, y se analiza su aplicación a diversas pesquerías de langostas del mundo, las cuales plantean problemas especiales de manejo, debido a sus características biológicas y poblacionales. En los casos analizados (*Homarus americanus* en Canadá y E.U.A., *H. gammarus* en Europa, *Panulirus cygnus* en Australia y *P. argus* en Florida, Cuba y México), a pesar de la problemática específica de cada pesquería, existe una tendencia a preferir la limitación a la entrada a la pesquería y el establecimiento de tallas mínimas de captura (TMC) sobre otras medidas regulatorias. Se discuten las dificultades que existen para seleccionar una TMC adecuada en cada caso. Por último, se analiza en forma particular el caso de la pesquería de *P. argus* en México, y se propone una revisión a las actuales medidas regulatorias, particularmente la TMC y la época de veda. Asimismo, se enfatiza la necesidad de tecnificar la captura y de limitar el esfuerzo de pesca en áreas muy someras.

ABSTRACT

The most common regulatory measures in marine fisheries are described, and an analysis is made on their application to several lobster fisheries in the world, which pose special problems to management due to their biological and populational characteristics. In spite of the specific problematic in each of the analyzed fisheries (*Homarus americanus* in Canada and the U.S.A., *H. gammarus* in Europe, *Panulirus cygnus* in Australia, and *P. argus* in Florida, Cuba and Mexico), there seems to be a tendency to prefer a limited entry to the fishery and a minimum size limit (MSL) over other regulatory measures. The difficulties in trying to select an appropriate MSL are discussed. Finally, the *P. argus* fishery in Mexico is analyzed, and a revision of the current regulatory measures, particularly the closed season and the MSL, is proposed. The need to technify the capture and to limit the fishing effort in very shallow areas is emphasized.

INTRODUCCIÓN

Teóricamente, en ausencia de cualquier tipo de pesca, un determinado stock de un recurso pesquero será grande, e incluirá una proporción relativamente elevada de organismos grandes y viejos. El incremento de la biomasa total debido al crecimiento de los individuos y al reclutamiento de juveniles se balanceará a lo largo de cierto período con las pérdidas debidas a muertes naturales. Al empezar la pesca, este stock brindará grandes capturas a cada embarcación, aunque la captura total sea pequeña. Cualquier cantidad de pesca tenderá a reducir la abundancia del stock, pero a niveles reducidos del mismo, las pérdidas debidas

a muertes naturales serán menores que las ganancias debidas al crecimiento y al reclutamiento. Si la captura que se obtenga es igual a este excedente, el stock no cambiará: cualquier captura mayor que este rendimiento sostenible tenderá a disminuirlo, mientras que una captura menor permitirá que aumente (Gulland y Carroz, 1968). Generalmente, los máximos rendimientos sostenibles se alcanzarán a algún nivel intermedio del stock. Este nivel puede ser alcanzado ejerciendo una cantidad moderada de pesca sobre todas las tallas de la población, o bien una pesca más fuerte aplicada selectivamente a los organismos de tallas mayores.

Con base en este razonamiento tan sencillo surgieron una serie de modelos pesqueros, acuñándose el concepto

* Estación "Puerto Morelos", Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

este concepto consideraba que la población en cuestión estaba biológicamente aislada y sólo se admitía un factor alterador de la supuesta situación única de equilibrio (inexploitación) de esa población: la explotación de la misma.

Pero la realidad no es tan sencilla. En el manejo de una población se deben tomar en cuenta muchos otros factores, en particular las interacciones entre la población explotada y otras poblaciones de organismos; las relaciones stock-reclutamiento, y las variaciones en el reclutamiento asociadas a variaciones en las condiciones ambientales, todos ellos factores sumamente complejos y de difícil cuantificación (Gulland, 1977; Larkin, 1977).

Por otro lado, los sistemas de manejo basados en el concepto de MSY no toman en cuenta los insumos de la pesca. El extremo opuesto del concepto de MSY es el concepto de Máximo Rendimiento Económico (REM), definido como la diferencia máxima entre el valor de un recurso y los gastos necesarios para capturarlo. Sin embargo, en la realidad son muy pocas las pesquerías que se evalúan exclusivamente en términos económicos.

Hancock (1980), señala que es posible pensar en el rendimiento de una explotación "racional" en algún punto entre el máximo rendimiento sostenible y el máximo rendimiento económico; es decir, en un nivel de explotación que se encuentre al máximo en términos de la responsabilidad pública hacia un recurso de propiedad común, al mismo tiempo que se logra una redituabilidad económica aceptable. Es claro, pues, que se debe establecer un balance entre los intereses científicos de un recurso y los intereses económicos de una pesquería para diseñar una estrategia adecuada de manejo.

MEDIDAS DE REGULACIÓN PESQUERA

El propósito del manejo es explotar una pesquería para obtener el máximo beneficio de la misma. Ahora bien, como ya se vió anteriormente, lo que se interprete como máximo beneficio puede ser muy discutible: para el conservacionista, significaría el máximo peso aprovechable de la captura, mientras que para el productor, significaría las máximas ganancias posibles.

La experiencia en diversas pesquerías en todo el mundo indica que la falta de restricción en el número de pescadores casi inevitablemente causa un agotamiento de la pesquería. Esto no necesariamente implica que una determinada especie sujeta a explotación se extinga, pero sí que se reduzca a niveles tan bajos que la pesquería solamente pueda continuar con un desperdicio de capital y de trabajo.

La figura 1 es un diagrama que muestra los diversos factores que afectan a una población determinada de un recurso pesquero. El manejo pesquero consiste en manipular la acción de estos factores de tal manera que se produzca el mayor excedente disponible para ser recolectado a través de la pesca. El que este excedente continúe produciéndose depende de que se mantenga un delicado ajuste entre la mortalidad anual (tanto natural como inducida por el hombre) y el reclutamiento anual a la población de adultos.

Como se observa también en la figura 1, el hombre puede afectar a las poblaciones pescables de diversas maneras. Puede dañarlas no solamente a través de una depredación excesiva, sino también a través de la contaminación, de la obstrucción de las migraciones o hacia áreas de reproducción, a través de la destrucción de zonas de desove o de otras alteraciones del hábitat. Por tanto, es aparente que el manejo debe preocuparse por mantener o mejorar un medio ambiente adecuado para todos los estadios del ciclo de vida de una especie explotada, e incluso para aquellos organismos de los que se alimenta dicha especie.

En términos generales, las regulaciones que inciden sobre la cantidad o el tipo de depredación causada por el hombre a un recurso pesquero (es decir, sobre la pesca), son de dos tipos generales (Gulland y Carroz, 1968; Rounsefell, 1975):

- Las que reducen o limitan la captura total, y
- las que protegen ciertas porciones de la población.

Entre las del primer tipo se encuentran las limitaciones al tipo y tamaño de las artes de pesca, las limitaciones al número de unidades de pesca permitidas, las cuotas, el cierre de áreas a la pesca, y las vedas. Entre las del segundo tipo, se encuentran la protección a hembras ovíferas y las tallas mínimas de captura.

Cada uno de los diferentes tipos de reglamentación pesquera tiene ventajas y desventajas, y el análisis de éstas se debe hacer casuísticamente, tomando en consideración diversos aspectos biológicos y socioeconómicos, con el objeto de establecer los más adecuados para una situación particular.

LA PROBLEMATICA GENERAL DE LAS PESQUERÍAS DE LANGOSTAS

Las langostas son crustáceos decápodos bentónicos, que incluyen cuatro diferentes familias: Nephropidae, Palinuridae, Scyllaridae y Synaxidae. De éstas,

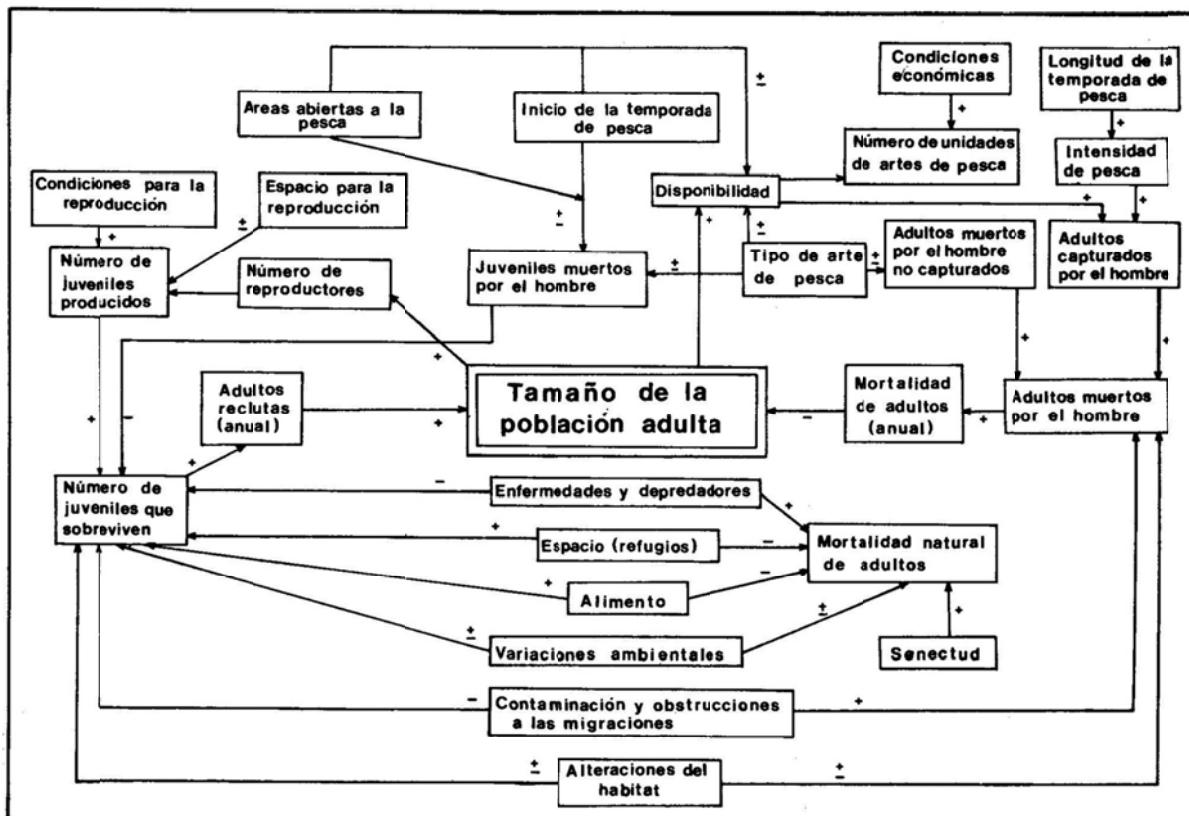


Figura 1. Factores que afectan a una población determinada de un recurso pesquero. Los signos positivos indican que el factor en cuestión aumenta el tamaño de la población, y los signos negativos indican lo contrario (Modificado de Rounsefell, 1975).

solamente las dos primeras tienen especies de importancia comercial.

Las pesquerías de langostas comparten los problemas que plantea la explotación de poblaciones de crustáceos. Los modelos pesqueros para la estimación del rendimiento requieren de la determinación de parámetros poblacionales tales como tasas de crecimiento y tasas de mortalidad, que son sumamente difíciles de calcular en crustáceos. La razón de ello es que los crustáceos crecen por mudas, por lo que no presentan estructuras que permitan estimar su edad, además de que son organismos que presentan una enorme variabilidad en su crecimiento y en sus tallas de primera madurez. Morgan (1980) señala que no hay una sola especie de langostas para la cual se pueda aplicar un modelo del tipo de Beverton y Holt (1957) para estimar rendimientos futuros con un grado razonable de confiabilidad. Este problema fue ampliamente discutido en el "International Workshop on Lobster Recruitment" llevado a cabo en Canadá en 1985 (Fogarty, 1986). En dicha reunión, Phillips (1986)

presenta una aplicación de dicho modelo a la pesquería de *Panulirus cygnus* en Australia Occidental que muestra un considerable ajuste. Pero, como se verá más adelante, las características de este caso no permiten predecir su aplicabilidad a muchas otras especies. Por tanto, el manejo de las pesquerías de langostas no es una tarea fácil.

Familia Nephropidae

Dentro de la familia Nephropidae, las especies que sostienen pesquerías importantes son *Homarus americanus*, *H. gammarus* (= *H. vulgaris*) y *Nephrops norvegicus*. La distribución de estas tres especies se da en el hemisferio norte, particularmente en las porciones oriental y occidental del Océano Atlántico.

Aunque las características biológicas de la familia Nephropidae difieren marcadamente de las de la familia Palinuridae, tema central de este trabajo, las pesquerías de *H. americanus* y *H. gammarus* plantean problemas

similares, por lo que se analizará brevemente el manejo que se hace de las mismas en algunos lugares de su área de distribución.

Homarus americanus

H. americanus, la langosta americana o bogavante, es una especie de gran tamaño, que presenta en el primer par de patas unas quelas de considerable tamaño. Se distribuye en la costa atlántica de Canadá y E.U.A., hasta Carolina del Norte. Su pesquería se remonta al siglo XVIII, y su producción, en los últimos 20 años, oscila alrededor de las 30,000 toneladas anuales. La pesca de esta especie se hace exclusivamente con trampas de diversos tipos.

Se ha demostrado que existe una relación muy estrecha entre los cambios en la abundancia y disponibilidad de esta especie y las fluctuaciones cíclicas en la temperatura del mar (Dow, 1978). Aunque no se sabe con certeza cómo funciona esta influencia, se ha logrado hacer un sistema de predicción de capturas bastante aceptable con base en la temperatura anual promedio del mar medida en una localidad determinada, el valor de la captura en el año inmediatamente anterior y el esfuerzo de pesca (Dow, 1980).

Es interesante señalar que la industria langostera en Estados Unidos nunca ha apoyado regulaciones diseñadas para proveer la máxima abundancia del recurso, ni ha estimulado la investigación biológica que podría generar información que sirviera como base para tales regulaciones. Puesto que en ese país las regulaciones a la pesca son responsabilidad de cada estado costero, y no del gobierno federal (como, por ejemplo, en Canadá), existe un verdadero mosaico de regulaciones a la pesca de este crustáceo, que incluyen el requerimiento de una licencia para pescar según el tipo de pesca (comercial o deportiva), límites al número de trampas por pescador, aberturas de escape en las trampas, cuotas de captura, cierre de áreas, prohibición de capturar hembras ovígeras, y tallas mínimas (e incluso máximas) de desembarco (Dow, 1980). Algunos estados, como Massachusetts, Delaware y Maine, aplican casi todas estas regulaciones juntas, mientras que otros, como Maryland, Nueva Jersey y Virginia, tienen muy poco reglamentada la pesquería.

Sin embargo, todos los estados en cuestión, y también Canadá, prohíben el desembarco de hembras ovígeras. Por otro lado, solamente los estados de Maine, Massachusetts y Delaware, tienen vedas para la langosta. En el resto de la costa norteamericana, la pesca es continua durante todo el año. También vale la pena señalar que, a pesar de tratarse

de una especie que alcanza tamaños por lo general mucho más grandes que las especies de langostas de la familia Palinuridae, las tallas mínimas de captura son relativamente pequeñas: 78.6, 79 y 81 mm de longitudcefalotorácica (L.C.) en Estados Unidos, y 63.5 mm de L.C. en algunas áreas de Canadá.

Debido a que el manejo del recurso con profundas bases biológicas y económicas nunca se ha ejercido efectivamente en la regulación de esta pesquería, tanto economistas como biólogos en Canadá y Estados Unidos han recomendado desde hace varios años una reducción en la mortalidad por pesca de *H. americanus*, ya que el esfuerzo pesquero se ha duplicado a partir de 1970, pero la captura no ha aumentado considerablemente (Dow, 1980). La entrada irrestricta a la pesquería aumenta la competencia, diluye los beneficios entre los pescadores, y por lo general da como resultado un mal uso del recurso y una disminución en la eficiencia operativa.

Las medidas de regulación propuestas por comités de ambos países son: aumentar la talla mínima de captura por encima de la talla de primera madurez, dejar aberturas de escape para langostas sublegales en todas las trampas y, sobre todo, controlar el esfuerzo de pesca a través de una entrada limitada a la pesquería.

Homarus gammarus

H. gammarus se distribuye en aguas europeas, y su explotación, aunque también muy antigua, nunca ha producido los volúmenes de captura de *H. americanus*, no llegando a 2,000 toneladas anuales desde 1961 (ICES, 1978). La pesca comercial de este crustáceo se hace a través de trampas.

Las regulaciones pesqueras para esta especie incluyen una talla mínima de desembarque. Esta varía entre 73 y 83 mm de longitudcefalotorácica, según el país. Bennett (1980) señala que en ningún caso, la talla mínima se ha seleccionado posteriormente a una evaluación de rendimiento, y que tampoco concuerda con la talla de primera madurez, que es de alrededor de 80 mm de L.C. para varios stocks europeos.

A diferencia de lo que ocurre con *H. americanus*, solamente España, Dinamarca y Portugal prohíben el desembarque de hembras ovígeras. El resto de los países que pescan este recurso han abandonado dicha práctica desde la década de los 60. Se dieron dos razones principales para ello: primero, que era difícil de controlar, ya que los pescadores raspaban los huevos de las hembras, y segundo, que no se justificaba en términos de beneficio para el

reclutamiento, ya que nada se sabía sobre las relaciones stock-reclutamiento. La opinión más generalizada era que sería más conveniente elevar la talla mínima de captura por encima de la de primera madurez.

Solamente cinco países tienen veda para la captura de *H. gammarus*. Con respecto a intentar limitar el esfuerzo pesquero, únicamente Suecia y Francia tienen esquemas de regulación que contemplan esta medida. Irlanda y Suecia han prohibido el buceo como método de captura, y Francia y Suecia tienen especificaciones para el espaciamiento de las maderas en las trampas. Bennett (1980) señala que hay un consenso entre pescadores, comerciantes, consumidores, científicos y administradores de que los stocks europeos de langostas están siendo sobreexplotados. Este autor propone como medida urgente el aumento de la talla mínima por encima de la talla de primera madurez, e incluir alguna forma de control al esfuerzo pesquero, a través de una entrada limitada a la pesquería y un control del número de trampas por pescador.

Familia Palinuridae

Las langostas de la familia Palinuridae tienen una distribución tropical y subtropical y un ciclo de vida muy complejo, que incluye un período larvario planctónico de varios meses de duración. En las especies subtropicales, por lo general hay un solo período de desove, y una frecuencia de muda baja. En cambio, en especies tropicales, la frecuencia de muda es mayor, aunque no se han detectado tendencias discernibles en el incremento por muda (Morgan, 1980), y puede haber varios desoves, o incluso reproducción continua, a lo largo de un año. También, la talla de primera madurez suele ser menor en especies tropicales.

Las principales pesquerías de langostas de esta familia son las de Sudáfrica (*Jasus lalandii*), Australia (*Panulirus cygnus* y *J. novaezealandiae*), Nueva Zelanda (*J. edwardsii*), Cuba, Brasil y Estados Unidos (*P. argus* principalmente). En este trabajo solamente se analizará el manejo de la pesquería de Australia, Estados Unidos (Florida) y Cuba, por considerarlas representativas. Finalmente, se considerará la pesquería de *P. argus* de la Península de Yucatán como un caso especial.

El caso de Australia

Australia es el principal productor mundial de langostas de la familia Palinuridae. En Australia Occidental, la producción de *P. cygnus* alcanza el orden de 8,000 toneladas anuales promedio de captura, mientras que en Australia del Sur se producen alrededor

de 4,000 toneladas anuales de *J. novaezealandiae*. Se utilizan trampas de diversos tipos, y la captura de langostas por buceo está prohibida.

Con respecto a *P. cygnus*, la reglamentación de esta pesquería refleja la preocupación de los administradores por tomar en consideración tanto aspectos biológicos como económicos. Hay una talla mínima legal de captura de 76 mm de L.C., y una veda que abarca los meses de la primavera austral. Sin embargo, la principal reglamentación desde 1963, es la limitación del esfuerzo pesquero, habiéndose restringido el número de embarcaciones y de trampas por embarcación a las que existían en marzo de ese año. Desde entonces, no ha aumentado el número de licencias de pesca (Bowen, 1980), aunque sí ha aumentado el poder de pesca de las unidades, ya que han mejorado considerablemente los diseños de las embarcaciones y de las trampas, así como la eficiencia de la operación de pesca. En los últimos años, el gobierno federal ha introducido el uso de aberturas de escape en las trampas para permitir la salida de langostas sublegales antes de su extracción, ya que se ha demostrado que la manipulación de las langostas sublegales a bordo de las embarcaciones antes de regresarlas al mar reduce considerablemente su posterior sobrevivencia (Brown y Caputi, 1983).

A partir de 1972, se inició en Australia Occidental un programa de monitoreo de reclutamiento de postlarvas por medio de colectores específicamente diseñados para ello (Phillips, 1972). Posteriormente, Phillips y Hall (1978) mostraron que el tamaño de las capturas realizadas por dichos colectores proveía de una medida del índice de la fuerza relativa del asentamiento de postlarvas en las áreas estudiadas. Hanconck (1981) y Morgan *et al* (1982) reportaron una estrecha relación entre el nivel de asentamiento de postlarvas y la subsecuente abundancia de reclutas a la pesquería, lo que significaba que el nivel de asentamiento de las postlarvas podría ser utilizado como un indicador del nivel probable de las futuras capturas, con base en lo cual se desarrolló un modelo predictivo que ha sido utilizado desde 1970 (Phillips, 1986).

Este método de predicción ha sido sumamente útil para los administradores de la pesquería de langosta en Australia. Al poder conocer con cuatro años de anticipación (tiempo que tardan las postlarvas de esta especie en crecer y reclutarse a la pesquería) las tendencias en la abundancia del recurso, los administradores pueden tomar acciones adecuadas (Phillips, 1986). En la actualidad, los resultados anuales del índice de asentamiento de postlarvas son considerados rutinariamente también por los pescadores

para analizar los posibles riesgos de cambiar su embarcación o solicitar préstamos para mejorar sus trampas.

Bowen (1980) señala que si no existiera un límite al número de licencias de pesca y de trampas, habría un mayor número de embarcaciones operando en esta pesquería. El esfuerzo pesquero total sería sustancialmente elevado, y con una captura total relativamente estable, la captura promedio por embarcación habría sido menor y, como consecuencia, la rentabilidad promedio de la flota sería también mucho menor. Por tanto, las medidas regulatorias han ocasionado un beneficio económico considerable para los pescadores con licencia que operan en la pesquería.

La pesquería de *P. cygnus* en Australia y su manejo claramente representan un caso único en las pesquerías de langosta del mundo, pero su éxito es en gran parte consecuencia de un gran cuerpo de información acumulado durante más de veinte años de investigación (en ocasiones cara y con un gran consumo de tiempo). Phillips (1986) señala que, a pesar de todo, el costo de la investigación ha correspondido solamente al 2.1% del valor de la captura de langosta, y que la utilidad de los resultados de la investigación a largo plazo ha superado con mucho los costos, y hace hincapié en que se requiere la colecta de datos a largo plazo para poder ofrecer modelos válidos de predicción.

El caso de Florida (E.U.A.)

La pesquería de *P. argus* en Florida representa el extremo opuesto de la de Australia. La pesquería de Florida se encuentra sobrecapitalizada desde principios de la década de los 70 (Prochaska, 1976), y al borde de un colapso si no se toman medidas regulatorias energéticas (Lyons, 1986).

En Florida, la pesca de langostas se lleva a cabo con trampas y, de manera recreativa, por medio de buceo (Davis y Dodrill, 1980). La captura récord se obtuvo en 1972, con cerca de 5,200 toneladas desembarcadas, para lo cual se utilizaron 248,000 trampas. Sin embargo, esta captura incluía langostas de las Bahamas y de otros lugares del Caribe (Labisky *et al.*, 1980). A partir de 1975, Bahamas cerró sus aguas a la pesca de langostas por embarcaciones extranjeras, y la flota langostera floridana tuvo que restringirse a pescar poblaciones de langosta de Florida y de algunos lugares del Caribe. En 1979 la producción bajó a 2,000 toneladas, mientras que el esfuerzo casi se triplicó, y para 1984, estaban en operación en aguas de Florida 675,000 trampas. Lyons (1986) estima que la captura promedio anual por trampa entre 1963 y 1984 bajó de 20.5 kg a solamente 3.6 kg.

La actual regulación de la pesquería de langostas en Florida incluye una talla mínima legal de 76 mm de L.C. y una veda del 1 de abril al 25 de julio.

Existe la costumbre (protegida por la ley) entre los pescadores de Florida, de introducir en las trampas una o más langostas de talla sublegal como señuelo para atraer langostas mayores. Lyons y Kennedy (1981) estimaron que en el pico de una temporada de pesca, puede haber hasta 1,000,000 de juveniles utilizados de esta manera. Esto contribuye considerablemente a la mortalidad en la población. Además, existe el problema de una creciente captura de langostas sublegales para su venta ilegal, que se estima en un 20-50% de la de langostas legales (Lyons, 1986).

La extensa, aunque inconsistente, información biológica que se ha acumulado sobre las poblaciones de *P. argus* en Florida, indican que el stock reproductor ha disminuido notablemente, y que en cada temporada de pesca, casi la totalidad de las langostas por encima de la talla mínima de captura son pescadas (Beardsley *et al.*, 1975). Puesto que solamente quedan langostas pequeñas que apenas alcanzan su primera madurez sexual antes de ser capturadas, la producción de larvas por estas poblaciones también ha disminuido, aunque la incertidumbre sobre el origen de las postlarvas que se reclutan en esta costa aún no permite el conocimiento de la relación stock-reclutamiento. Si a esto se agrega un desmesurado crecimiento en el esfuerzo pesquero, con una disminución en la redditabilidad que lleva a los pescadores a redoblar sus esfuerzos aún más, es de temerse un eventual colapso de la pesquería.

En un análisis de esta problemática, Lyons (1986) propone un cambio en las medidas regulatorias que incluya un aumento en la talla mínima de captura por encima de la de primera madurez sexual, para proteger más el stock reproductor, pero principalmente, alguna forma de limitar la entrada a la pesquería. Asimismo, hace énfasis en la necesidad de mejorar y fortalecer el sistema de vigilancia y control de estas regulaciones.

El caso de Cuba

Cuba, al igual que Florida, basa su pesquería de langosta en la especie *P. argus*. La producción anual de Cuba se ha mantenido en alrededor de 11,000 toneladas anuales en la última década (Baisre y Cruz, 1985). Hasta finales de la década de los 60, la pesca de la langosta en Cuba se hacía principalmente con redes de cuchara ("chapinorros") y trampas de madera y de tela de alambre, pero en la actualidad se utilizan a gran escala refugios artificiales "(pesqueros)", de

donde las langostas son extraídas con redes circulares operadas desde una pequeña embarcación (Baisre *et al.*, 1983).

La actual regulación de esta pesquería incluye una talla mínima de 21 cm de longitud total (aproximadamente 66 mm de L.C.) y una veda móvil de 97 días de duración, generalmente entre primavera y verano. También se prohíbe la captura de hembras ovígeras y la captura con arpón.

Baisre y Cruz (1985) adjudican el aumento en la producción de langosta en Cuba a partir de 1978, a un mejor manejo de la pesquería. Anteriormente, había captura de langostas sublegales y la veda era de solamente 45 días. En 1978 entró en vigor la nueva legislación, y la vigilancia de su cumplimiento se hizo más estricta. Es posible que esto haya colaborado al fortalecimiento de la población al proteger a las langostas durante el período de máximo crecimiento (verano) y permitir solamente la captura de langostas mayores. Sin embargo, por desgracia no se dan estimaciones del esfuerzo pesquero, y es posible que éste también haya aumentado desde 1978. Por otro lado, es necesario señalar que el peculiar método de captura de langostas en Cuba dificulta la definición de una unidad de esfuerzo adecuada para esta pesquería.

El caso de la Península de Yucatán

En la Península de Yucatán, particularmente en el Estado de Quintana Roo, la pesquería de langosta se inició a finales de la década de los 50. Una amplia descripción de esta pesquería se encuentra en Miller (1982) y en Briones *et al* (1988).

La principal especie que se explota en esta zona es *P. argus*. La figura 2 muestra la producción anual de langosta en la Península de Yucatán. Para la captura de langosta, se utiliza una gran diversidad de métodos de pesca: buceo libre con gancho, buceo semiautónomo con gancho o arpón, buceo autónomo, redes langosteras, trampas de varios tipos, y refugios artificiales ("sombras" o "casitas cubanas") similares a los "pesqueros" de Cuba. Esto ha impedido la utilización de modelos globales pesqueros, debido a la enorme dificultad de estandarizar la unidad de esfuerzo.

La reglamentación de la pesca en la Península de Yucatán incluye una talla mínima de captura de 14.5 cm de longitud abdominal (aproximadamente 78 a 80 mm de L.C.) (Briones *et al*, 1988), una veda del 15 de marzo al 15 de julio y la prohibición de capturar hembras ovígeras.

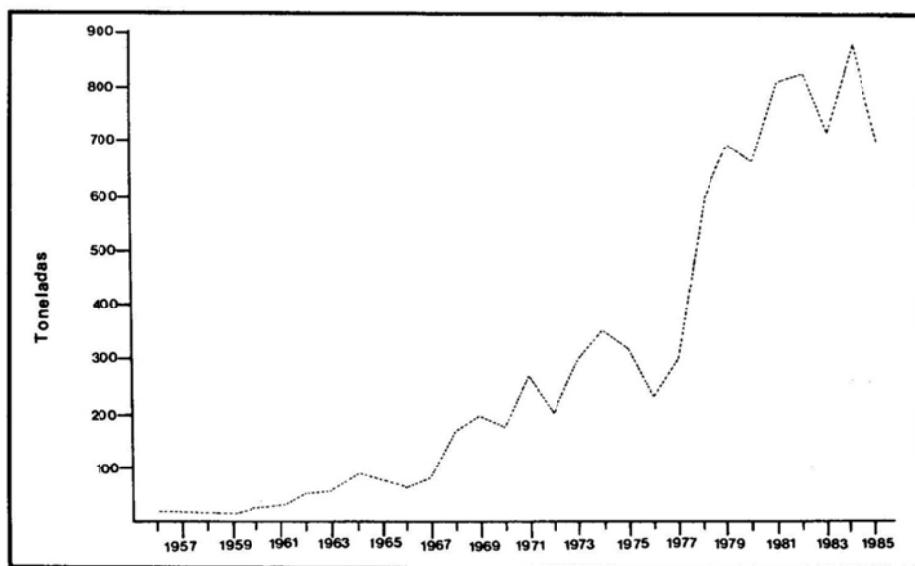


Figura 2. Captura en toneladas de langosta entera en la Península de Yucatán.

Debido a que en México la captura de langostas está reservada a pescadores organizados en Cooperativas desde 1950 (Medina, 1982) existe, en principio, una entrada limitada a la pesquería. Sin embargo, el alto valor comercial de esta especie ocasiona que pescadores libres, e incluso pescadores deportivos, extraigan una cantidad de langostas no cuantificada, pero que podría alcanzar niveles significativos. Por otro lado, la creación de nuevas cooperativas pesqueras cada año, y el aumento en el número de miembros en algunas de ellas, provoca que el esfuerzo de pesca sobre la población de langostas aumente cada temporada, particularmente sobre las langostas en áreas someras cercanas a la costa. Además, las medidas regulatorias no se observan cabalmente, y la vigilancia en algunas áreas es muy deficiente. Como el uso de ganchos y arpones daña a las langostas, no es posible regresar las sublegales capturadas por estos medios al agua. La demanda de langostas durante todo el año estimula la pesca clandestina en época de veda, y es una práctica común entre los pescadores el quitar los huevos del abdomen de las hembras ovígeras.

Existen, también, consideraciones de tipo social y económico que es necesario tomar en cuenta en esta pesquería. Una muy importante, y que ya ha sido reconocida por las autoridades de pesca, es que la pesca de langosta por medio de buceo es un método no deseable. Los pescadores lo favorecen porque la inversión inicial no es alta y pueden amortizarla rápidamente (Fuentes, 1988). Sin embargo, en los últimos años ha aumentado el número de accidentes y muertes por problemas de descompresión entre los pescadores. Esto se debe a que la gran mayoría de ellos son buzos empíricos y desconocen la importancia de la debida descompresión al hacer inmersiones profundas o de larga duración. Por ello, existe la iniciativa de sustituir la práctica del buceo por métodos más seguros para el pescador, tales como el uso de trampas que, además, protegen también al recurso, al permitir regresar al agua las langostas sublegales.

La tendencia general de las capturas de langosta de la Península de Yucatán es hacia el crecimiento. Se observan fluctuaciones anuales que pueden deberse a causas naturales. Este tipo de fluctuaciones es común en las pesquerías de langosta (Bennet, 1980; Morgan *et al.*, 1982). En Quintana Roo, la intensidad de la pesca es grande en algunas áreas y mucho más reducida en otras. Es posible que un programa de pescas exploratorias permita ampliar las áreas de pesca. En el Estado de Yucatán, la pesquería está en franco crecimiento (Fuentes *et al.*, 1990). Sin embargo, la pesquería en la península se puede calificar de desordenada, y es ampliamente recomendable establecer una re-

gulación realista que permita su existencia a largo plazo. Para ello, se requiere continuar las investigaciones que se han iniciado recientemente por diversas instituciones. Es necesario revisar si la talla mínima legal es la adecuada y si la protección a hembras ovígeras tiene algún sentido. También es necesario insistir en que el principal objeto de las vedas no es, como mucha gente piensa, proteger a la población en su época de reproducción, sino permitir el reclutamiento de juveniles a la pesquería y su crecimiento para obtener un mejor rendimiento durante la temporada de pesca (Rounsefell, 1975).

CONCLUSIONES

Del análisis de la problemática de las pesquerías de langosta consideradas en este trabajo, surge un factor común, representado por dos medidas regulatorias:

a) En todas ellas, se sugiere que la talla mínima de captura esté por encima de la talla de primera madurez sexual. Aunque no se pueda demostrar la existencia de una relación stock-reclutamiento, esto no significa que no la haya, y es posible que a niveles bajos del stock dicha relación se encuentre oscurecida por la influencia de la variación de los factores ambientales sobre los niveles de reclutamiento. Si esta medida se observa entonces podría suprimirse la medida alternativa de proteger a las hembras ovígeras, que es de difícil puesta en práctica, ya que las medidas cuyo cumplimiento no puede ser efectivamente controlado, no tienen mucha sentido práctico.

b) Tanto los científicos como los economistas sugieren, en todos los casos analizados, limitar el esfuerzo de pesca a través de una entrada limitada a la pesquería. Esto, además de proteger al recurso de una excesiva explotación, asegura una distribución más adecuada de las ganancias generadas por la pesca y garantiza un ingreso aceptable a los pescadores. El caso de Florida es un caso poco deseable, y en México estamos a tiempo de evitar un problema similar.

En el caso de las pesquerías de langostas de la familia Palinuridae, parece haber un consenso en la necesidad de establecer una veda, para permitir el ingreso a la población de un número suficiente de nuevos reclutas. En Cuba, el aumento de la veda de 45 a 97 días parece haber mejorado las capturas, pero es indispensable, en el caso de México, hacer un análisis racional de las necesidades de los pescadores, así como de las tasas de crecimiento de las langostas en una determinada población, para poder estimar la mejor temporada para establecimiento, así como su duración.

También hay consenso en la necesidad de suprimir el buceo como práctica de pesca de langostas, sobre todo si éstas se extraen con ganchos o arpones, ya que se ha demostrado que el buceo prácticamente barre con las langostas de zonas someras, dispersando enormemente la población y aumentando la mortalidad natural al tener que desplazarse las langostas distancias mayores en su búsqueda de pareja, aumentando los riesgos de ser depredadas (Davis, 1977). Esto, a mediano plazo, provoca un descenso en la captura por unidad de esfuerzo, que perjudica, además de al recurso, al pescador, que ve así mermadas sus ganancias.

LITERATURA CITADA.

- BAISRE, J. Y R. CRUZ, 1985. The Cuban Spiny Lobster Fishery: Improvements due to Changes in the management system. *Paper presented at the International Workshop on Lobster Recruitment, St Andrews, Canada, July 1985.*
- BAISRE, J., A. PEREZ, M.H. OBREGON Y R. CRUZ, 1983. Regulation of Fishing effort in Cuban shelf fisheries: The case studies of shrimp, lane snapper and spiny lobster fisheries. *FAO Fish. Rep. 289, Suppl. 3:* 365-390.
- BEARDSLEY, G.L., T.J. COSTELLO, G.E. DAVIS, A.C. JONES Y D.C. SIMMONS, 1975. The Florida spiny lobster Fishery. *Florida Sci., 39 (3):* 144-149.
- BENNET, D.B., 1980. Perspectives on European Lobster Management. In: Cobb, J.S. y B. F. Phillips (Eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol. II: Ecology and Management.* Academic Press, Nueva York: 317-331.
- BEVERTON, R.J.H Y S.J. HOLT, 1957. *On the dynamics of exploited fish populations.* Fish. Invest. (London), Ser. 2, 19: 1-532.
- BOWEN, B.K., 1980. Spiny Lobster Fisheries Management. In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (Eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol II: Ecology and Management.* Academic Press, Nueva York: 243-264.
- BRIONES, P., E. LOZANO, F. COLINAS Y F. NEGRETE, 1988. *Informe Final del Proyecto "Biología y Dinámica Poblacional de las Langostas del Caribe Mexicano".* Proyecto Inst. Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México / Consejo Nal. de Ciencia y Tecnol., Clave PCECBNA-021927. 231 p.
- BROWN, R.S. Y N. CAPUTI, 1983. Factors affecting the recapture of undersized western rock lobster *Panulirus cygnus* George returned by fishermen to the sea. *Fish. Res., 2:* 103-128.
- DAVIS, G.E., 1977. Effects of recreational harvest on a spiny lobster, *Panulirus argus*, population. *Bull. Mar. Sci., 27:* 233-236.
- DAVIS, G.E. Y J.W. DODDRILL, 1980. Marine parks and sanctuaries for spiny lobster fisheries management. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 32:* 194-207.
- DOW, R.L., 1978. Effects of sea surface cycles on landings of American, European and Norway lobsters. *J. Cons. Int. Explor. Mer., 38 (2):* 271-272.
- DOW, R.L., 1980. The Clawed Lobster Fisheries. In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (Eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol II: Ecology and Management.* Academic Press, Nueva York: 265-316.
- FOGARTY, M.J., 1986. Summary of Session 8: Models of Stock-Reruitment Relationships. *Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43:* 2392-2393.
- FUENTES C., D., 1988. Avances de un análisis comparativo de la pesca de langosta con trampas y por buceo en el Caribe Mexicano. *Bol. Comité Téc. Consult. Prog. Langosta Golfo de Méx. y Caribe, I:* 9-11.
- FUENTES, D., P. ARCEO Y S. SALAS, 1990. Consideraciones preliminares para el manejo de la pesquería de langosta en Yucatán. *Mem. Taller sobre Manejo de la pesquería de Langosta, Comité Téc. Consult. Prog. Langosta Golfo de México y Caribe, SEPES-CA/UNAM:* 65-74.
- GULLAND, J.A. Y J.E. CARROZ, 1968. Management of Fishery Resources. *Adv. Mar. Biol., 6:* 1-71.
- GULLAND, J.A., 1977. Metas y Objetivos de la Ordenación Pesquera. *Doc. tec. FAO Pesca, 166:* 1-14.
- HANCOCK, D.A., 1980. Management: Introduction. In: Cobb, J.S. y B. F. Phillips (Eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol. II: Ecology and Management.* Academic Press, Nueva York: 181-188.
- HANCOCK, D.A., 1981. Research for management of the rock lobster fishery of Western Australia. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 33:* 207-229.
- ICES, 1978. ICES Crustacean Working Groups' reports 1977. *Coop. Res. Rep. Int. Counc. Explor. Sea, 85:* 1-107.
- LABISKY, R.F., D.G. GREGORY, JR. Y J.A. CONTI, 1980. Florida's spiny lobster fishery: an historical perspective. *Fisheries, 5 (4):* 28-37.
- LARKIN, P.A., 1977. An epitaph for the concept of Maximum Sustained Yield. *Trans. Am. Fisi. Soc., 106 (1):* 1-11.
- LYONS, W.G., 1986. Problems and perspectives regarding recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the South Florida fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43:* 2099-2106.
- LYONS, W.G. Y F.S. KENNEDY, JR., 1981. Effects of harvest techniques on sublegal spiny lobsters and on subsequent fishery yield. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst., 33:* 290-300.
- MEDINA, H., 1982. México en la Pesca: 1939-1976. Editorial HMN, México: 1-381.
- MILLER, D.L., 1982. *Mexico's Caribbean Fishery: Recent Change and Current Issues.* Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin-Milwaukee.
- MORGAN, G.R., 1980. Population Dynamics of spiny lobsters. In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (Eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol II: Ecology and Management:* 189-217.

- MORGAN, G.R., B.F. PHILLIPS Y L.M. JOLL, 1982. Stock and recruitment relationships in *Panulirus cygnus*, the commercial rock (spiny) lobster of Western Australia. *Fish. Bull.*, 80(3): 475-486.
- 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., 1986. Prediction of commercial catches of the Western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2126-2130.
- PHILLIPS, B.F. Y 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 Aust. Div. Fish. Oceanogr. Rep.* 89: 1-18.
- PROCHASKA, F.J., 1976. An economic analysis of effort and yield in the Florida spiny lobster industry, with management considerations. *Proc. of the First Tropical and Subtropical Fisheries technological Conference, Texas A & M Univ.*: 660-674.
- ROUNSEFELL, G.A., 1975. *Ecology, utilization and management of marine fisheries*. The C.V. Mosby Company, Saint Louis:1-516.

DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN ACTUAL DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTAS EN QUINTANA ROO, MÉXICO

*Héctor Lesser Hiriart **

RESUMEN

Las características, situación actual y tendencias de la actividad pesquera en Quintana Roo son descritas brevemente con base en los programas estatales de desarrollo pesquero. Los volúmenes de producción, valor económico, métodos y artes de pesca empleados en la extracción de la langosta son expuestos al igual que el desarrollo de esta pesquería en la Península de Yucatán. Se describe y analiza brevemente la pesquería de langostas como una actividad muy versátil y compleja en lo que a su administración se refiere.

ABSTRACT

The characteristics, present situation and tendencies of the fishery activity in Quintana Roo are briefly described on the basis of the fishery development state programs. The production volumes, economical value, methods and fishing gear used in the lobster extraction are exposed as well as the development of the lobster fishery in the Yucatan Peninsula. The lobster fishery is described as a very versatile activity and the complexity in its management is briefly analyzed.

INTRODUCCIÓN

Quintana Roo, la más joven de las entidades federativas cuenta con 860 km de litoral y 21,000 km² de mar patrimonial. La pesca en Quintana Roo es una de las principales actividades desde el punto de vista socioeconómico, dadas las características geográficas de la entidad y la gran variedad de recursos pesqueros con que cuenta, propios de aguas tropicales, entre los que destacan por su importancia la langosta, el camarón, el caracol y el mero entre otros.

La plataforma continental es extensa en la porción norte de la entidad en lo que se conoce como Banco de Campeche, hasta llegar a Cabo Catoche, que marca la transición entre el Golfo de México y el Mar Caribe y donde la plataforma continental comienza a reducirse considerablemente, siendo poco manifiesta desde Punta Nizuc, donde es estrecha y accidentada y se caracteriza por correr paralelamente a la barrera arrecifal, condición que predo-

mina prácticamente en toda la porción oriental de la entidad (Fig. 1).

De esta manera, la porción norte del Estado queda caracterizada por la amplia plataforma continental con abundantes recursos pesqueros. Por otro lado, las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo en la porción central del Estado, y el Banco Chinchorro en la parte sur, también representan zonas con un amplio potencial pesquero debido a sus características particulares.

LA ACTIVIDAD PESQUERA EN QUINTANA ROO

El desarrollo pesquero en el Estado de Quintana Roo ha crecido en forma irregular y desequilibrada, con una baja producción y escaso consumo de productos pesqueros en la mayor parte de la población, lo cual se debe en gran medida a problemas estructurales tales como la falta de integración al aparato productivo, infraestructura, flota y tecnificación de la captura. Aunado a esto, existe subutilización de la flota camaronera, escasez de refacciones y artes de pesca y discontinuidad en los programas de man-

* Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos, Quintana Roo. Aptdo. Postal 580 Cancún, Q. R. México 77500

DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA

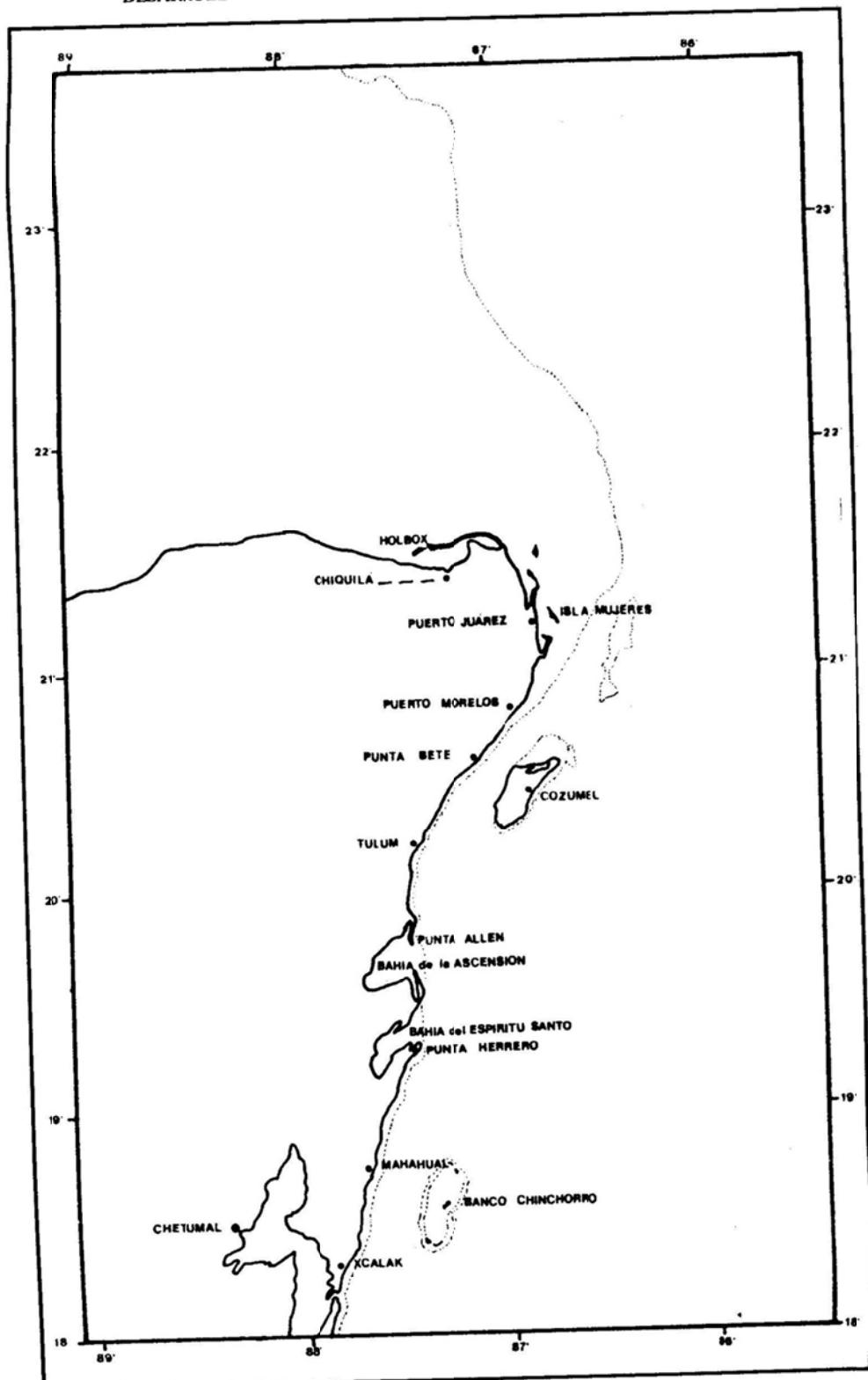


Figura 1.

tenimiento de la flota e infraestructura pesquera (Del. Fed. Pesca en Q. R., 1988).

Asimismo, la actividad pesquera ha mostrado un desarrollo muy particular, debido en gran parte a la nueva reorientación administrativa en la que, a pesar de que no se conoce con exactitud el potencial biológico de los recursos pesqueros, existen especies de alto valor comercial, susceptibles de ser explotadas comercialmente. (Del. Fed. Pesca en Q. R., 1985).

El Programa Estatal Pesquero 1988-1993 prevé entre sus líneas de acción promover y fomentar el incremento de la flota, con énfasis en la de altura y mediana altura destinada a la diversificación de la producción. Así mismo, se prevé la consolidación de las pesquerías de camarón y langosta y la promoción y fomento de las pesquerías de escama, fortaleciendo las acciones de formación tecnológica y capacitación.

Es importante tomar en cuenta que la actividad pesquera en Quintana Roo, si bien ha sido un tanto incipiente al aportar tan sólo el 0.41 % del volumen de la producción pesquera nacional durante 1986 y el 1.23 % del valor económico de ésta durante 1985, no deja de ser una de las actividades más relevantes para la entidad.

En términos generales, la actividad pesquera en Quintana Roo se ha caracterizado por ser meramente artesanal, enfocándose tradicionalmente a la pesca de caracol, langosta y tortuga marina. No es sino hasta la incorporación de la flota camaronera, que se le da un nuevo impulso, a partir del cual, se ha orientado a la explotación de recursos de alto valor económico, tales como la langosta y el camarón, situación que ha imperado en los últimos años y tiende a prevalecer ante la demanda de estos productos en restaurantes y hoteles del norte de la entidad y el propio mercado tanto nacional como internacional, manteniendo una economía dolarizada en dicho aspecto.

A raíz de la descentralización del gobierno federal, se han creado en los estados de Yucatán y Quintana Roo las Secretarías Estatales de Pesca, con el objeto de impulsar el desarrollo pesquero en las entidades federativas y de manera más particular en los municipios que las componen, dentro de lo que se podría denominar "municipalización de la pesca".

LA PESQUERÍA DE LANGOSTAS

La pesca de langostas, junto con la del camarón, abulón, totoaba, ostión, lisa y robalo, está reservada a las

sociedades cooperativas de producción pesquera a partir de 1950 (Medina, 1982).

La pesquería de langostas en la República Mexicana aportó durante 1985 el 0.91 % de la producción mundial de este recurso, ocupando el 12º lugar. Los volúmenes de captura de este crustáceo a nivel nacional, representaron en peso vivo el 0.15 y el 0.18 % de la producción pesquera nacional durante 1985 y 1986 respectivamente y el 1.36 % del valor económico de la producción pesquera nacional durante 1985.

En la Península de Yucatán comienzan a ser significativas las capturas de langosta a partir de 1967 al explotar el recurso un promedio de 25 sociedades cooperativas. El desarrollo de la pesquería presenta, dos períodos de crecimiento; el primero de ellos entre 1967 y 1974 en que las capturas pasan de 82 a 350 toneladas, incremento que se asocia a la introducción de equipos de buceo autónomo y motores fuera de borda. El segundo de ellos ocurre entre 1977 y 1982 al incorporarse 6 sociedades cooperativas en Quintana Roo, pasando de casi 300 toneladas a 825 en el periodo citado. A partir de 1982, la producción presenta fluctuaciones, observándose la mayor producción durante 1984 con 878 toneladas (Secretaría de Pesca, 1987).

Para el caso concreto de Quintana Roo, la captura de langostas durante 1985 representó el 26.69 % del volumen nacional de producción pesquera de este crustáceo y el 8.41 % del volumen de producción pesquera en el Estado.

Las especies objeto de esta pesquería en el Estado de Quintana Roo son: la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* y la langosta pinta *Panulirus guttatus*, siendo la primera de ellas por su volumen de captura la de mayor importancia, al aportar más del 95 % de las capturas.

En Quintana Roo, aproximadamente un 70 % de los pescadores se dedica fundamentalmente a la extracción de la langosta, empleando para ello muy diversos métodos y artes de pesca que van desde el buceo libre con arpón hasta la pesca tecnificada con nasas langosteras en embarcaciones específicas para dicha actividad, pasando por el buceo autónomo, uso de redes de enmallaje y sombras o casitas cubanas, dependiendo de las características de las zonas de pesca y la disponibilidad del recurso. Esta situación hace de la pesquería de langostas una actividad sumamente versátil, complicándose por consiguiente su administración pesquera.

ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO

La pesquería de langostas en la Península de Yucatán y particularmente en el estado de Quintana Roo, ha llegado aparentemente a una etapa de estabilización en la que en términos generales se observan picos de producción cada 4 años o en múltiplos de 4 años. Asimismo existe una tendencia en algunas zonas a la disminución en los volúmenes de captura y en la talla promedio de captura, situación indicativa de una sobreexplotación del recurso, por lo que se ha planteado como estrategia para su regulación un aumento en el período de veda incrementándolo en 30 días previos a su inicio (Secretaría de Pesca, 1987).

La regulación vigente establece una talla mínima de captura de 14.5 cm de longitud abdominal para la langosta espinosa y 13.5 cm para la langosta pinta. Por su parte, el período de veda queda comprendido entre el 16 de marzo y el 15 de julio, habiendo sido modificado por el presente año, en su inicio y término, correspondiendo al período comprendido entre el 1º de abril y el 30 de julio de 1988 (Diario Oficial de la Federación. Viernes 8 de abril de 1988).

La pesquería de langostas es sin lugar a dudas una de las de mayor importancia en la Península de Yucatán, de ahí que su manejo y administración requieran de una especial atención, tanto por los grupos de investigadores, como por el de los administradores pesqueros y el propio sector social, se debe dar seguimiento al recurso con proyectos de investigación que permitan evaluar desde diversos puntos de vista a las diferentes poblaciones que componen el recurso, a fin de sentar las bases para su apropiada regulación pesquera, atendiendo de igual manera aspectos de la biología del recurso, sociales y económicos para su óptima utilización.

Debido a la amplia gama de métodos y artes de pesca empleados, y a las características propias del recurso langostero, su administración se ha complicado significativamente. Dentro de la Península de Yucatán se encuentran regiones en los que la pesquería muestra signos de estabilidad, otras en las que se encuentra cercana al máximo rendimiento, y otras aún en las que está en pleno crecimiento. Así mismo, hay zonas en las que se ha iniciado la tecnificación de la captura y otras en que se mantienen condiciones netamente artesanales. Se requiere de una tecnificación de la captura en toda la pesquería, lo que permitiría reducir riesgos a la salud del pescador, operar en áreas de pesca inaccesibles al buceador, un mejor control y aprovechamiento del recurso y la factibilidad de regular de una manera más eficaz la pesquería de este crustáceo.

LITERATURA CITADA

- DELEGACIÓN FEDERAL DE PESCA EN QUINTANA ROO. 1985. *Programa de Desarrollo Pesquero 1985-1988.*. Secretaría de Pesca, Chetumal, Quintana Roo.
- DELEGACIÓN FEDERAL DE PESCA EN QUINTANA ROO, 1988. *Programa Estatal Pesquero 1988-1993.* Secretaría de Pesca. Chetumal, Quintana Roo.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (Viernes 8 de abril de 1988).
- MEDINA, N. H. 1982. *Méjico en la pesca, 1936-1976.* Edit. H. M. N., Edo. de México. 381 p.
- SECRETARÍA DE PESCA., 1987. *Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su Administración.* Dirección General de Administración de Pesquerías. México, D. F. 1061 p.

ESTRATEGIAS DE MANEJO BASADAS EN EL MODELO GLOBAL Y PERSPECTIVAS DE APLICACIÓN A LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DE QUINTANA ROO

Eloy Sosa Cordero *

RESUMEN

El presente trabajo revisa uno de los modelos más usados en el análisis de pesquerías: el modelo de Producción Excedente (Schaefer, 1954). Primeramente, se presenta en forma abreviada el desarrollo de sus expresiones básicas, se discuten las suposiciones implicadas y sus principales limitaciones teóricas y prácticas. Todo esto con el objeto de establecer críticamente el alcance y utilidad del modelo en el manejo de pesquerías. Seguidamente, se plantea la posibilidad de aplicar el modelo a la pesquería de langosta *Pandirus argus* de las costas de Quintana Roo, considerando las particularidades del recurso, la actividad pesquera y la información disponible. Al mismo tiempo que se mencionan las cuestiones de manejo de esta pesquería que podrían analizarse en base al modelo, se proponen soluciones a los impedimentos para su aplicación. A propósito de esto último se hace referencia a una novedosa derivación del enfoque global, el modelo Csirke y Caddy (1983). Finalmente se comparan los resultados de la aplicación de dos modelos globales y uno analítico a la pesquería de langosta *Panulirus laevicauda* del Noreste de Brasil.

ABSTRACT

The present work reviews the Surplus Production model (Schaefer, 1954), a broadly used model in fisheries science. First, briefly presented are the basic relationships and premises of the model in order to settle its scope and usefulness in regard to fisheries management as well as its theoretical and practical constraints. Next, the conditions for the model's application to the spiny lobster's *Pandirus argus* fishery in coastal Quintana Roo are explored, considering the particularities of the resource, the fishing activity and the available information. Also mentioned are the specific management issues that would be analyzed by the model and solutions are proposed to the impediments for its application, such as the recent model developed by Caddy and Csirke (1983). Finally, the results from the various models applied to the *Panulirus laevicauda* lobster fishery from Northeast Brazil are compared.

INTRODUCCIÓN

La explotación de langosta *Panulirus argus* es la principal actividad pesquera de Quintana Roo; con base en el número de cooperativas y pescadores que intervienen en su extracción y a que, como producto de exportación, constituye una importante entrada de divisas. No obstante el importante papel que desempeña en la economía estatal, el conocimiento actual sobre la pesquería adolece de ciertas lagunas que impiden una visión general actualizada de su comportamiento a lo largo del litoral quintanarroense.

En consecuencia, se requieren más elementos para evaluar el estado actual del recurso, su potencial productivo y capacidad de respuesta a mayores niveles de explotación. Lo anterior daría también bases para juzgar la eficacia de las medidas regulatorias vigentes y su eventual modificación o sustitución. Es evidente que la importancia del recurso demanda la creación y subseciente adopción de un programa de manejo que procure el desenvolvimiento saludable de la pesquería en todos los planos: biológico, físico-ambiental y socioeconómico. Tal programa deberá sustentarse en bases sólidas de la ciencia pesquera, cuyas herramientas principales

* Centro de Investigaciones de Quintana Roo / (CIQRO). Apartado Postal 424 Chetumal, Q. R. 77000 México.

Según la clasificación de Csirke (1983), puede considerarse que la pesquería de langosta ha superado la fase de crecimiento y actualmente está en la explotación plena; por lo que a futuro se cierne la posibilidad de avanzar a la fase de sobreexplotación. Se está a tiempo de impedir este orden de eventos mediante la implantación de medidas preventivas, más blandas y efectivas que las tardías regulaciones reactivas. Dada la falta de elementos para precisar el grado de explotación actual y ante las expectativas de una mayor explotación, resulta imperativo recurrir a las herramientas y métodos de análisis que estén al alcance. El problema amerita un enfoque desde diversos frentes y la aplicación de los modelos de la ciencia pesquera, de los más simples modelos globales (Schaefer, 1954), a los más elaborados modelos analíticos de Rendimiento por Recluta (Beverton y Holt, 1957) y Análisis de Cohortes (Jones, 1984).

El presente trabajo consiste en una revisión somera del modelo de Producción Excedente (Schaefer, 1954), el modelo más conocido del enfoque global. Además de presentar el modelo y sus premisas, se discuten sus limitaciones teórico-prácticas y su alcance en el manejo de pesquerías. A propósito de la aplicación de modelos globales a la pesquería de langosta de Quintana Roo, se mencionan sus principales características y se hace referencia a una novedosa derivación del modelo de Producción Excedente: el modelo de Csirke y Caddy, (Caddy y Csirke, 1983; Caddy y Csirke, 1983). Finalmente, con fines ilustrativos se comparan los resultados de la aplicación de dos modelos globales y uno analítico a la pesquería de *Panulirus laevicauda* del Noreste de Brasil.

MODELOS DE PESQUERÍAS: DOS ENFOQUES

En las últimas décadas el análisis de pesquerías ha estado dominado por dos enfoques: Global (sintético) y Analítico (estructural). Ambos se enfrentan al problema central de la identidad de la población o "stock" y consideran a la pesca como factor preponderante en la dinámica de poblaciones explotadas. Por lo tanto, soslayan los efectos del ambiente físico y las interacciones bióticas del ecosistema al que pertenecen las poblaciones. Su principal diferencia radica en el detalle con que tratan los distintos procesos responsables de los cambios en la biomasa de la población. El enfoque analítico desglosa la contribución del crecimiento, mortalidad y pone especial atención en la estructura de edades. Las características de los modelos analíticos los convierten en herramientas idóneas para evaluar el impacto de cuestiones tales como la selectividad y tallas

mínimas de captura. Para propósitos del presente trabajo sólo cabe agregar que estos modelos, más refinados que los globales, demandan mayor cantidad de información biológica sobre el recurso y no están exentos de limitaciones e incertidumbres (Walter, 1981).

EL MODELO DE PRODUCCIÓN EXCEDENTE

En el enfoque global, los procesos que promueven la disminución y aumento de la población están implícitos en el modelo. Se considera que el crecimiento poblacional sigue el modelo logístico; así, la tasa de variación poblacional depende del nivel actual de la población (P), la capacidad de porte impuesta por el ambiente (P_{inf}) y la tasa de incremento intrínseca de la población (r).

El modelo global de Producción Excedente (Schaefer, 1954) se basa en el modelo logístico, $dP/dt = rP(1-P/P_{inf})$, y la suposición de equilibrio. En condiciones de equilibrio, para un período anual dado, se tiene $dP/dt = 0$. En una población explotada, esto implica un crecimiento poblacional, $rP(1-P/P_{inf})$, igual a la mortalidad por pesca ($FP = qfP$). Entonces, la captura anual se convierte en captura de equilibrio (C_e) y permite un proceso de optimización en función del esfuerzo de pesca. Enseguida se muestra el desarrollo de esto último:

$$C_e = qfP = rP(1-P/P_{inf})$$

Despejando P ,

$$P = P_{inf}(1-qf/r)$$

Sustituyendo P en $C_e = qfP$, se tiene que

$$C_e = qf [P_{inf} (1-qf/r)]$$

$$C_e = P_{inf}qf - P_{inf}q^2f^2/r$$

Esta relación entre C_e y el esfuerzo f es una parábola cuyo máximo, $C_{e-max} = P_{inf}r/4$, corresponde a un esfuerzo óptimo $f_{opt} = r/2q$. Si C_e se expresa en función del tamaño poblacional P , se tiene que $P_{opt} = P_{inf}/2$; esto es, la máxima captura de equilibrio se obtiene al nivel poblacional equivalente a la mitad de la capacidad de porte. El valor máximo de la captura de equilibrio se conoce como Captura Máxima Sostenible (CMS).

Schaefer (1954) basó sus estimaciones de q , r , y P_{inf} , en la relación entre captura (C) y esfuerzo (f). Supuso que la biomasa poblacional P era proporcional a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), $CPUE = qP$. De esta manera

en la ecuación que relaciona la captura de equilibrio y el esfuerzo, se divide ambos lados por f para obtener la expresión siguiente:

$$C_e/f = CPUE = qP_{inf} \cdot (P_{inf}q^2/f)$$

La estimación de los parámetros críticos del modelo sólo requiere de una regresión lineal, ya que a partir de la ecuación, $CPUE = a - bf$, se obtienen ambos $f_{opt} = a/2b$ y $C_{e-max} = a^2/4b$.

LIMITACIONES DEL MODELO DE PRODUCCIÓN EXCEDENTE

Las principales críticas al modelo de Producción Excedente (Schaefer, 1954) se agrupan en las categorías siguientes:

a) Derivadas del modelo logístico. Este modelo determinista del crecimiento poblacional supone una población que se autogenera, con crecimiento densodependiente y no considera los efectos de factores bióticos y abióticos del ambiente circundante (sistema cerrado). La mayoría de las suposiciones del modelo logístico se alejan de la realidad biológica, ya que cada vez es más evidente la naturaleza abierta de los sistemas biológicos, el retraso temporal en la respuesta poblacional y los componentes estocásticos en la dinámica de las poblaciones (Walter, 1981; Sharp *et al.*, 1983; Sissenwine, 1984).

b) Condiciones de equilibrio. Recientemente se ha señalado la relativa escasez de condiciones de equilibrio en la naturaleza y la posibilidad de que en los sistemas biológicos influyan con frecuencia procesos no lineales, anti-equilibrio e irreversibles (Sharp *et al.*, 1983). En pesquerías, Beverton (1983) ha mencionado situaciones donde es inapropiado hablar de equilibrio, tales como el inicio del desarrollo de una pesquería, recursos expuestos a grandes perturbaciones episódicas y en pesquerías cercanas al colapso por una exagerada presión de pesca.

c) Características de las variables requeridas y su ajuste. El empleo de medidas de esfuerzo pesquero (f) y del CPUE como índice de abundancia, genera problemas derivados de la diversidad de artes, embarcaciones, avances tecnológicos y procesos de aprendizaje que ocurren en las pesquerías. El esfuerzo plantea dificultades en su medición, estandarización e interpretación, que pueden llevar a serios errores de cálculo y manejo (MacCall, 1983; Sharp *et al.*, 1983; Sissenwine, 1984). Asimismo el hecho de utilizar la

regresión lineal simple entre dos variables sujetas a error, no independientes complica el análisis estadístico (Ricker, 1973; Walter, 1981).

Lo anterior ha estimulado el desarrollo de numerosas modificaciones a la versión original de Schaefer (1954) Walter (1981) presenta una recopilación de las elaboraciones principales y concluye que ninguna resuelve los inconvenientes centrales.

Pese a todo, los modelos globales continúan aplicándose; es indudable el atractivo que ofrecen su generalidad sencillez matemática y rápida aplicación (Walter, 1981) Dada la escasa información que requieren, con frecuencia son la única herramienta al alcance para evaluaciones preliminares, lo que garantiza que su uso ha de continuar por mucho tiempo (Csirke y Caddy, 1983). Como toda herramienta matemática, aplicadas con criterio proveen de resultados cuya interpretación y validez tienen restricciones impuestas por las suposiciones del modelo y el grado en que se aparta la realidad de tales suposiciones.

ESTRATEGIAS DE MANEJO Y EL MODELO DE PRODUCCIÓN EXCEDENTE

Los modelos más utilizados en pesquerías, el global de Schaefer (1954) y el analítico de Beverton y Holt (1957) en ningún momento se proponen pronosticar el monto de las capturas en el futuro. Ambos proveen de un marco de referencia razonable para el desarrollo de estrategias de manejo de las pesquerías; así, las medidas de manejo que se derivan de su aplicación persiguen objetivos a largo plazo, tales como el mantenimiento de niveles promedio de abundancia y la conservación del recurso.

Por lo general, en pesquerías desarrolladas las estrategias de manejo entrañan alguna forma de restricción a la actividad pesquera. El modelo de Producción Excedente generó el concepto de Captura Máxima Sostenible (CMS = C_{e-max}) que pareció un instrumento simple, práctico y objetivo para fijar límites de captura; por lo que rápidamente se adoptó como objetivo primario de manejo. De safortunadamente, el término sostenible se interpretó como "estable" y la eficacia del manejo se confundió con la tarea imposible de mantener una tasa de captura constante a pesar de las fluctuaciones naturales de los recursos (Beverton, 1983). El concepto de CMS ha sido muy criticado y algunos investigadores lo consideran obsoleto (Larkin, 1977; Sissenwine, 1978). Sin embargo, es un herramienta de gran valor como argumento convincente de la naturaleza limitada de los recursos y la necesidad de controlar las capturas, el esfuerzo o presión de pesca.

recursos pesqueros (Walter, 1981; Sharp *et al.*, 1983). El modelo de Producción Excedente provee una imagen adecuada de pesquerías estables o con fluctuaciones periódicas (Csirke, 1983).

LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DE QUINTANA ROO

La pesquería de langosta de Quintana Roo es una actividad compleja, algunas de sus particularidades dificultan el análisis y necesitan ser estudiadas. A "grosso modo" sus características principales son las siguientes:

a) El Recurso. En primer lugar, hace falta definir la identidad del "stock" de langosta *Panulirus argus* de las costas de Quintana Roo, se desconoce la unidad reproductiva, el origen de los reclutas y el destino de la progenie de los reproductores locales. Esto constituye un obstáculo para la aplicación de modelos de pesquerías. Un fenómeno típico de la zona norte son las migraciones estacionales en dirección norte a sur, asociadas a eventos climatológicos (nortes) y con fines reproductivos (Fuentes, 1986). Se requiere cuantificar su intensidad, duración y relación con factores ambientales y la pesquería. Otro aspecto importante es la composición de las capturas, las tallas varían según la procedencia; en Holbox y el área de las bahías predominan las tallas menores (Fuentes, 1986; Zenil Hidalgo, 1987), en Xcalak e Isla Mujeres el rango es más amplio y se desplaza hacia tallas mayores (Lozano *et al.*, 1989). Esto se explica por la idea de que las bahías del área central funcionan como área de crianza de juveniles y preadultos. Queda pendiente la detección de un área de crianza cercana a Holbox.

b) La Actividad Pesquera. Las costas de Quintana Roo se han dividido tradicionalmente en tres zonas de pesca: Norte, Central y Sur (Miller, 1982). En cada una predomina el uso de diferentes artes y métodos de captura de langosta; en la zona norte se usan trampas, buceo (libre, SCUBA y con compresora) y redes; en la zona central, el sistema de sombras y buceo libre; en la zona sur, el buceo libre. Es plausible que en cada zona ocurran diferentes patrones temporales de factores climatológicos (régimen de vientos, precipitación), oceanográficos (corrientes, turbidez y turbulencia), el comportamiento y características del recurso (migraciones y composición de tallas). Lo anterior confirma la complejidad de la pesquería de langosta de Quintana Roo y señala la necesidad de considerar al menos tres estratos en el estudio global de la pesquería.

c) La Información disponible. La escasa información sobre la pesquería de años anteriores está dispersa. Las cifras de las capturas totales anuales tienen numerosas

contradicciones. La diversidad de artes combinada con los factores ambientales y del recurso, han dificultado la medición del esfuerzo. Esta situación contrasta con la cantidad de datos necesaria en la aplicación de los modelos de pesquerías, los más sencillos (globales) requieren de al menos una serie de seis a diez datos anuales; lo mismo que los analíticos, aunque se afirma que con datos de dos años es posible obtener una idea preliminar del estado de la pesquería (Jones, 1984).

MODELOS GLOBALES Y MANEJO DE LA LANGOSTA DE QUINTANA ROO

La aplicación del modelo de Producción Excedente (Schaefer, 1954) a la pesquería de langosta de Quintana Roo permitiría ubicar los niveles actuales de las capturas y el esfuerzo en relación a los valores de CMS y f_{opt} . Al proveer estimaciones de los límites de abundancia del recurso daría una imagen de la pesquería con respecto a objetivos de conservación a largo plazo. En un plano más mediato, el modelo de Producción Excedente coadyuvaría a evaluar las repercusiones del aumento del esfuerzo de pesca, expresado como número de pescadores de langosta, y de las eventuales modificaciones a la veda. Esto último, debido a que la duración y reubicación de la veda implican alteraciones al patrón de aplicación del esfuerzo. Actualmente, sobre todo en la zona central y sur, la veda nominal está de cierto modo reforzada por la época de nortes (con un máximo aproximado en noviembre a febrero), lo que representa una especie de veda ampliada. Esto puede ilustrarse si se expresa el esfuerzo como días de pesca probables por temporada y se consideran los posibles efectos del grado de coincidencia (traslape) entre el período de veda y la época de nortes, así como de la relativa frecuencia de nortes (Tabla 1).

En la actualidad, la aplicación del modelo de Producción Excedente (Schaefer, 1954) a la pesquería de langosta de Quintana Roo enfrenta la escasez de datos anuales de esfuerzo representativos de todo el litoral quintanarroense. La dificultad para medir y estandarizar el esfuerzo tiene dos posibles soluciones inmediatas. La primera sería recurrir a medidas de esfuerzo poco exactas, pero válidas y disponibles tales como día de pesca o embarcación - día de pesca, que pueden averiguarse de los registros de remanentes y las notas de entrega de las cooperativas. Esta medición del esfuerzo, sin referencia al arte de pesca utilizado, permitirá una primera evaluación de la pesquería y puede tomarse como índice provisional mientras se desarrollan otros mejores.

Otra solución estaría dada por la aplicación de un modelo global propuesto por Csirke y Caddy (1983), que

TABLA 1
EFECTOS DE LA UBICACIÓN DE LA VEDA Y LA FRECUENCIA DE NORTES (%), SOBRE EL
ESFUERZO (PROBABLES DIAS DE PESCA POR TEMPORADA) EN LAS ZONA CENTRAL Y SUR DE
QUINTANA ROO

TRASLAPE ENTRE LA VEDA Y LA ÉPOCA DE NORTES (%)		% OCURRENCIA DE NORTES (1)							
VEDA NOMINAL	VEDA AMPLIADA	0	5	10	25	50	75	100	
0 % (Condición actual) 4 meses	8 meses (2)	240	236	230	210	180	150	120	
25 % 4 meses	7 meses	240	236	231	217	195	172	150	
50 % 4 meses	6 meses	240	237	234	225	210	195	180	
75 % 4 meses	5 meses	240	238	237	232	225	217	210	
100 % 4 meses	4 meses	240	240	240	240	240	240	240	

NOTAS: 1) Frecuencia de nortes que impiden pescar en el periodo Nov-Feb. 2) Veda nominal más meses de la época de nortes (Nov-Feb) fuera de la veda.

no requiere de datos de esfuerzo. El modelo Csirke-Caddy se deduce de modo similar al modelo de Producción Excedente y comparte sus mismas limitaciones generales, con las ventajas siguientes: i) Depende de la relación entre las capturas totales y la mortalidad total (Z). ii) Permite una estimación de la mortalidad natural (M). iii) Al requerir estimaciones de la mortalidad total (Z), promueve el inicio de programas de muestreo biológico (composición de la captura por tallas o edades), lo que representa una transición útil hacia los modelos analíticos. Los pormenores del modelo Csirke-Caddy son tratados por Csirke y Caddy (1983), aquí sólo se muestran generalidades y la relación entre la Captura de Equilibrio (C_e) y la mortalidad total (Z). La ecuación que expresa la relación entre C_e y Z es del tipo:

$$C_e = a + bZ + cZ^2$$

Los parámetros críticos del modelo son la captura máxima de equilibrio ($C_{e\text{-max}}$) o captura máxima sostenible (CMS), y las tasas de mortalidad total y por pesca correspondientes al valor de captura máxima, Z_{cms} y F_{cms} , respectivamente. Estos parámetros se expresan en términos de los coeficientes de la ecuación de C_e por medio de las relaciones siguientes:

$$CMS = c - b^2/4a$$

$$Z_{cms} = -b/2a$$

$$M = [-b \pm (b^2 - 4ac)^{1/2}] / 2a$$

$$F_{cms} = Z_{cms} \cdot M$$

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la aplicación de dos modelos globales: el de Producción Excedente y el de Caddy-Csirke, y uno analítico: el de Beverton-Holt a la pesquería de langosta *Panulirus laevicauda* del NE de Brasil que cuenta con abundante información (Fontelles-Filho, 1979).

De modo inusual, la mortalidad total (Z) disminuyó al aumentar el esfuerzo y la mortalidad por pesca. Para propósitos de la regresión curvilinea C_e vs Z , el rango observado de Z fué relativamente reducido (1.09 a 1.93). Los valores no siguieron el modelo de Csirke-Caddy, más bien se concentraron en la porción descendente de la parábola hipotética, como paliativo se consideró un punto ($Z = M = 0.26$ para una captura de 10 toneladas). Los valores de $C_{e\text{-max}}$, tuvieron una gran variación y el modelo Csirke-Caddy fué el más conservador. Los modelos de Schaefer (1954) y de Beverton y Holt (1957) dieron resultados más cercanos entre sí que los del Csirke-Caddy; ello pudo deberse a los problemas de ajuste ya mencionados. En algunos casos (f_{opt} y valores relacionados), la comparación no tiene mucho sentido ya que el modelo Caddy-Csirke no considera al esfuerzo.

CONCLUSIONES

1) Para evitar una visión parcial cifrada en un solo enfoque, deben emplearse varias herramientas de análisis en el estudio de la pesquería de langosta *Panulirus argus*

TABLA 2
LA APLICACIÓN DE VARIOS MODELOS EN EL ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA
Panulirus laevicauda DEL NORESTE DE BRASIL (1)

PARAMETROS CRITICOS:	SCHAEFER	CSIRKE-CADDY	BEVERTON-HOLT
CMS (ton)	811.68	702.93	774.08
f_{opt} (10^4 trampas-dia)	15.23	31.17 (2)	14.17
CPUE _{ms} (kg/trampas-dia)	0.053	0.023 (2)	0.055
F_{cms}	0.48	0.99	0.45
Z_{cms}	0.74 (3)	1.20	0.71 (3)

NOTAS: 1) Se aplicó el modelo Csirke-Caddy y se repitió el análisis de Schaefer. 2) Se usó $F = qf$, con $q = 0.03176$ 3) Se empleó $Z = M + F$, con $M = 0.26$. Los datos originales, los valores de los parámetros del analítico. q y M son de Fonteles-Filho (1979).

de las costas de Quintana Roo. Todo ello con vistas a la integración de un programa actualizado de manejo del recurso.

2) En el corto plazo sería conveniente aplicar el modelo (global) de Producción Excedente (Schaefer, 1954), de manera provisoria con índices de esfuerzo disponibles, tales como días de pesca o embarcación-días de pesca. Esto permitiría ubicar los niveles actuales de captura y esfuerzo con respecto a la Captura Máxima Sostenible y el esfuerzo óptimo.

3) Resulta apropiado emprender, en todo el litoral quintanarroense, la adquisición de información que permita estimar la mortalidad total (Z) para la aplicación del modelo de transición (global-analítico) de Csirke-Caddy (1983).

4) A mediano y largo plazo, debe considerarse seriamente la aplicación de modelos analíticos de Rendimiento por Recluta (Beverton y Holt, 1957) y Análisis de Cohortes por tallas (Jones, 1984) en el análisis de la pesquería de Quintana Roo.

LITERATURA CITADA

- BEVERTON, R. J.H. 1983. Science and decision-making in fisheries regulation. *FAO Fish Rep./FAO Inf. Pesca* (291) Vol.3: 919-936.
- BEVERTON, R. J.H. y S.J. Holt. 1957. *On the dynamics of exploited fish populations*. Fish. Invest. ser. 2. 19:533 p.
- CADDY, J.F. y J. CSIRKE. 1983. Approximations to sustainable yield for exploited and unexploited stocks. *Oceanogr. trop.* 18 (1): 3-15.
- CSIRKE, J. 1983. Informe del grupo de trabajo sobre implicaciones e interacciones de la ordenación de la pesca. *FAO Informe de Pesca* (291) Vol. 1: 69-93.
- CSIRKE, J. y J. F. CADDY. 1983. Production modelling using mortality estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40 (1):43-51.
- FONTELES-FILHO, A. A. 1979. Biología pesqueira e dinâmica populacional da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), no nordeste setentrional do Brasil. *Arq. Ciênc. Mar.*, 19 (1/2): 1-43
- FUENTES, D. 1986. Estado del conocimiento biológico-pesquero de la langosta, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), en el Caribe Mexicano. Ejercicio predoctoral. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F 88 p.
- JONES, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* (256): 118 p.
- LARKIN, P.A. 1977. An epitaph for the concept of maximum sustainable yield. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 106(1): 1-11.
- LOZANO, E.P., P.BRIONES y B.F. Phillips. 1989. Spiny lobster fisher in Bahía de la Ascensión, Q. Roo, México. *Proc. Workshop México-Australia Mar. Sci.*, Mérida, México: 379-391.
- MACCALL, A. D. 1983. Informe del grupo de trabajo sobre investigación y monitoreo de recursos. *FAO Informe de Pesca* (291) Vol. 1 9-42.
- MILLER, D. 1982. *Mexico's Caribbean fishery: Recent change and current issues*. Ph. D. Thesis. University of Wisconsin.
- RICKER, W.E. 1973. Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 30: 409-434.

- SCHAEFER, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial fisheries. *Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm.*, 1(2): 26-56.
- SISSENWINE, M.P. 1978. Is MSY an adequate foundation for optimum yield? *Fisheries*, 3(6): 22-42.
- SISSENWINE, M.P. 1984. The uncertain environment of fishery scientists and managers. *Marine Resources Economics*, 1(1):1-30.
- SHARP, G.D., J. Csirke, S. García. 1983. Modelling Fisheries: What was the question? *FAO Fish Rep./FAO Inf. Pesca*. (291) Vol. 3: 1177-1224.
- WALTER, G. G. 1981. Surplus yield models of fisheries management. p. 152-179. In: *Quantitative Population Dynamics*. (D.G. Chapman y V.F. Gallucci, eds). International Co-operative Publishing House. Burtonsville, Maryland USA.
- ZENIL HIDALGO, L. 1987 Estudio de la pesquería de langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille, 1804) durante las temporadas 1984-1986 en Isla Holbox, Quintana Roo, México. *Reporte de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco*. México, D.F. 53 p.

EVALUACIÓN Y OPCIONES DE MANEJO PARA LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DEL CARIBE MEXICANO

Jaime Gonzalez Cano *

RESUMEN

Se presenta a manera de ejemplo un procedimiento a seguir en la evaluación de medidas regulatorias cuyos resultados podrían ser considerados en el asesoramiento para el manejo de la langosta *Panulirus argus*. El análisis está basado en metodologías que consideran la longitud en lugar de la edad de los organismos. Debido a que los parámetros de crecimiento constituyen la base de este procedimiento, dos métodos recientes fueron utilizados, de los cuales uno resultó ser no adecuado por su sensibilidad a los patrones en las composiciones de tallas que se generan durante el período de migración. Se espera que el procedimiento provea de herramientas para la evaluación y manejo de la langosta del Caribe Mexicano. Los resultados se discuten como una generalidad de situaciones de este tipo.

ABSTRACT

An example of a procedure for the evaluation of regulatory measures is presented. The results could be considered in the assessment of *Panulirus argus* lobster management. The analyses are based in length rather than age methodologies. Because this procedure is based on growth parameters, two recent methodologies were considered in their estimation, of which one showed to be inadequate due to its sensitivity to the patterns in size composition generated by migratory movements. The procedure is expected to provide assessment tools for the management of the Mexican Caribbean lobster. Results are compared to other, similar fisheries.

INTRODUCCIÓN

En el manejo de un recurso renovable es deseable poder contar con información adecuada, obtenida en función de objetivos previamente establecidos. Esto, desgraciadamente, no siempre es posible y la poca o mucha información generada deberá ser analizada de manera tal que pueda responder a necesidades inmediatas, y en lo posible, contribuir al establecimiento de un ordenamiento de explotación cuyo beneficio se vislumbre a largo plazo.

Los resultados que se obtienen mediante diferentes análisis de evaluación, constituyen en la generalidad de los casos, una base para el manejo de recursos pesqueros (Shepherd, 1984). De esta manera, se hace posible regular las actividades pesqueras, cuidar del recurso en explotación y mediante ganancias razonables, promover la inver-

sión de capital y empleo por los encargados de su extracción. El camino a seguir puede llevarse a cabo de diversas maneras, pero, ciertas consideraciones deberán estar siempre presentes. Primero, el énfasis en el mantenimiento del recurso pesquero en explotación y por consiguiente en la regulación del esfuerzo pesquero. Segundo, la ponderación entre los factores biológicos y los factores sociales y económicos. Por último, el hecho de que en la mayoría de los casos el objetivo no se puede cuantificar por estar siempre sujeto a las críticas de lo que debe considerarse como aceptable y razonable por una parte; y por la otra, sobre las necesidades que deberán cubrirse.

Dependiendo del grado en el que se encuentre la explotación del recurso - que puede variar en su área de distribución - uno de los datos que requieren mayor atención, se refiere a los efectos del cambio de medidas regulatorias. La evaluación en los cambios de tamaños de malla o talla mínima de captura, por ejemplo,

*Estación de Investigación Pesquera de Isla Mujeres, Q. Roo. INP. Apdo. Postal 45, Isla Mujeres, Q. Roo 77400, México.

requieren ser evaluados para ser considerado su efecto a corto, mediano y largo plazo.

No existe un solo método para la evaluación de tales medidas y su resultado, aunque sea un indicador, no deberá considerarse como única solución. En la literatura existen metodologías que permiten, bajo los requerimientos necesarios, llevar a cabo dicha tarea. Sin embargo, el método de análisis por escoger dependerá de si la información es representativa de las capturas o del stock (Jones, 1984).

En este trabajo se presentan algunos resultados obtenidos a través de métodos de evaluación utilizados para observar el efecto de las modificaciones en las medidas regulatorias. Específicamente, se muestra el

uso de la talla mínima de captura como herramienta para el manejo de la langosta *Panulirus argus* en el Caribe mexicano.

El esquema general que se presenta para la evaluación de un stock (Fig. 1) está basado en la longitud en lugar de la edad de los organismos, y se considera apropiado en el análisis de la pesquería de langosta del Caribe Mexicano. Esto se debe a que no es posible determinar la edad de las langostas. Por ello, la longitud es utilizada como la "escala en el tiempo" dentro de los análisis. Posteriormente, con el objeto de relacionar los modelos de longitud con los de edad o tiempo, es muy importante poder contar con estimaciones de los parámetros de crecimiento (Rosenberg y Beddington, 1988).

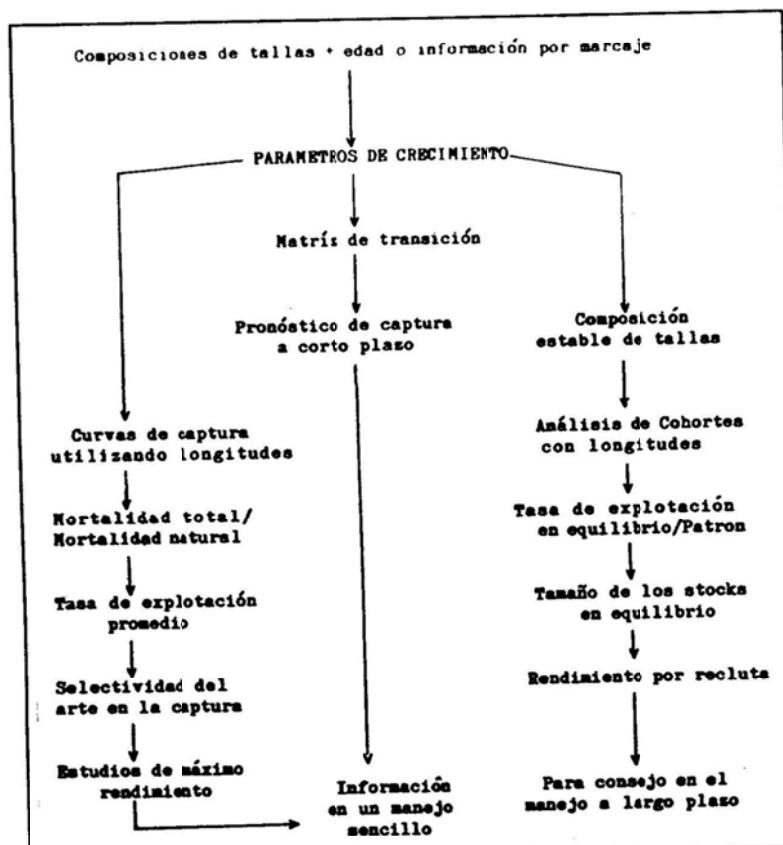


Figura 1. Se muestran esquemáticamente los pasos que deben darse para el manejo de un recurso que se basa en la longitud de los organismos en lugar de la edad de las mismas. Como se observa, el procedimiento global se basa en los parámetros de crecimiento, pudiéndose calcular a través de las composiciones de tallas e información obtenida en estudios de marcaje. (Adaptado de: Rosenberg y Beddington, 1988).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para los métodos empleados dentro del procedimiento descrito, se contó con datos de la composición por tallas de las temporadas de captura entre 1982 y 1988. Dichos registros fueron obtenidos en los centros de recepción ubicados en Isla Mujeres, Q. R. Toda la información corresponde a la langosta *Panulirus argus*, la cual ha constituido más del 95% del total de la captura de langosta durante el período considerado (González y Aguilar, 1987).

PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

Dentro del procedimiento que se sigue, los parámetros de crecimiento constituyen la base de todos los métodos de análisis. En el caso de *Panulirus argus*, dos métodos recientes fueron considerados para su estimación:

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE TALLAS DE SHEPHERD

El método de Shepherd (1987a) (Basson *et al.*, 1988; Rosenberg y Eaddington, 1988) fue utilizado para el cálculo de los parámetros de crecimiento K , L_{inf} y t_0 de la curva de crecimiento de von Bertalanffy (1938). Este método trabaja comparando las distribuciones observadas con una función de prueba construida a partir de un conjunto de parámetros de una ecuación de crecimiento, siendo positiva a longitudes modales pronosticadas y negativa a longitudes intermodales. La función de prueba presenta la siguiente forma:

$$T(i) = \sin \frac{\pi (t_{max} - t_{min})}{(t_{max} - t_{min})} \cos 2\pi (t_{bar} - t_i) \quad (1)$$

donde t_{max} y t_{min} son las edades a cierta longitud (calculadas a partir de la ecuación de von Bertalanffy) correspondientes a los límites superior e inferior del intervalo en longitud i , y t_{bar} es el promedio de t_{max} y t_{min} . El parámetro t_s indica la estación o el período del año (como fracción del ciclo anual) en el cual la muestra fue tomada. La función de prueba es una función periódica y continua. A diferencia de otros métodos, para las estimaciones considera toda la información en las distribuciones en lugar de considerar únicamente las modas (Rosenberg y Beddington, 1988).

A través de este método, se calcula una medida (S) parecida a un coeficiente de correlación entre los datos y la función de prueba. S alcanzará un valor máximo, para aquellos valores de los parámetros en la curva de crecimiento que mejor reflejen el comportamiento entre

la función de prueba y los datos. Para un conjunto de distribuciones, el método se interpreta como un solo conjunto de parámetros (Basson *et al.*, 1988).

MATRIZ DE PROYECCIÓN

Este segundo método, inicialmente diseñado con el objeto de pronosticar las capturas por talla al pronosticar las composiciones en los distintos intervalos de tamaño (Shepherd, 1987b); puede ser adaptado para estimar los parámetros de crecimiento de una serie de muestras (Rosenberg *et al.*, 1986; Basson *et al.*, 1988).

Al especificar la forma de la ecuación de crecimiento, una matriz de proyección puede ser construida en forma análoga a la matriz de proyección de Leslie (Leslie, 1945). En este caso, en lugar de generar un vector de proporciones de individuos en cada clase de edades, se genera un vector conteniendo la proporción de los individuos en cada clase de tallas. La matriz de proyección Q , es una matriz triangular cuya dimensión es igual al número de clases o intervalos de longitud. Cada elemento q_{ij} , indica qué proporción del intervalo de longitud i al tiempo t , se encontrará en el intervalo j al tiempo $t+1$, debido únicamente al crecimiento. Entonces, el vector X_{t+1} está dado como:

$$X_{t+1} = Q X_t \quad (2)$$

De esta manera, el número de individuos en la población total en un intervalo de longitud determinado, dependerá de las tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento. Sin embargo, si se asume que la mortalidad es constante en el tiempo e igual para todas las clases de edades, se obtiene una estructura estable de edades, la cual se mantendrá siempre y cuando su proyección de X_t a X_{t+1} se deba solamente al crecimiento.

Usando la ecuación (2), la primera distribución observada puede ser proyectada hacia el futuro para aquellos tiempos para los cuales se hicieron muestreos sucesivos. De esta manera, por medio de una función basada en mínimos cuadrados no ponderados, se escogen aquellos parámetros de crecimiento cuya matriz de proyección genera la menor diferencia entre las frecuencias esperadas y las observadas, en cada intervalo de longitud.

MORTALIDAD

La tasa de mortalidad total (Z), fue estimada mediante tres metodologías: 1) A través de regresión lineal utilizando datos transformados; 2) por el método de Beverton y Holt (1956) y 3) a través de un método por

el cual las frecuencias por talla son incorporadas a una matriz, proyectadas en el tiempo y comparadas con los valores observados.

El primer método consiste en graficar el log natural de la frecuencia acumulada por talla (L_i) contra el log natural de la diferencia ($L_{inf} - L_i$). La relación de ambas da como resultado una pendiente (Z/K) donde Z comprende el valor de mortalidad total, siempre y cuando se conozca K (Jones, 1984; Pauly, 1984).

El segundo método corresponde al de Beverton y Holt (1956). Su empleo permite la estimación de Z/K ; donde Z corresponde a la tasa de mortalidad total y K a la de crecimiento. La expresión está dada como:

$$Z/K = (L_{inf} - \bar{L}) / (\bar{L} - L_c) \quad (3)$$

En ésta, \bar{L} corresponde a la longitud promedio de los individuos en el rango $L_c \dots L$. Su cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$\bar{L} = fL'/f \quad (4)$$

Siendo L' y f , la marca de clase y el número de observaciones en cada intervalo de talla. L_c , como la talla de primera captura.

El tercer método, que todavía se encuentra en desarrollo, (Basson, com. pers.) considera las distribuciones de tallas y compara la longitud total proyectada contra la longitud total de los valores observados. El crecimiento es considerado siempre positivo, y el seguimiento se da tomando en cuenta a los organismos con igual crecimiento, dentro de las distintas distribuciones mensuales. Las estimaciones se obtienen comparando las distribuciones en forma apareada o simplemente sin aparear.

ANÁLISIS DE COHORTES BASADO EN LA COMPOSICIÓN POR TALLAS

El análisis de cohortes constituye una simple aproximación al Análisis de Población Virtual (APV) (Jones, 1984). Se debe a Pope (1972), pero su cálculo es mucho más sencillo. En éste, se asume que en cada grupo de edades, el descenso en el número de organismos con la edad presenta un comportamiento exponencial.

Mediante esta metodología, es posible estudiar lo que sucede a un stock, al observar los números de organismos capturados a intervalos sucesivos durante su vida.

Con el objeto de presentar algunos de los usos de dicho análisis, se siguió la metodología descrita por Jones (1984). Para el cálculo de tasas de sobrevida, tasas de explotación, tasa instantánea de mortalidad por pesca y tasa de mortalidad total por intervalo, se pueden considerar diferentes valores de M (tasa de mortalidad natural), y los valores de K y L_{inf} estimados en la forma como se describió anteriormente.

En este trabajo sólo se considera el caso cuando la mortalidad natural $M = 0.2$. El valor de M es difícil de calcular y en nuestro caso se consideró, al igual que Pauly (1980), la regresión que considera el valor promedio de temperatura del mar en el área (Rikhter y Efanov, 1976; Tanaka, 1960; Beverton y Holt, 1957 y Saville, 1977). La información utilizada en el análisis de cohortes corresponde a los meses comprendidos entre julio de 1985 y marzo de 1986.

RENDIMIENTO POR RECLUTA

Para la evaluación de un recurso se presentan varias alternativas, entre las cuales, por su realismo, los modelos analíticos presentan mayores ventajas a la hora de abordar un problema de manejo (Pitcher y Hart, 1982). Entre estos modelos, el modelo clásico de Beverton y Holt (1957) representa una herramienta útil para el estudio del recurso langosta del Caribe Mexicano, y forma parte del procedimiento que se ha venido describiendo.

El objetivo de manejo empleando este tipo de modelos, se refiere a la búsqueda de una combinación óptima entre la edad inicial de captura y la tasa de mortalidad por pesca (F). Para ello, es necesario tener información suficiente y precisa de los parámetros de los organismos que conforman el stock, para ser introducidos dentro del modelo.

De los factores que más influyen dentro del análisis se encuentra la relación entre la tasa de crecimiento y la edad de primera captura. Por otra parte, en su empleo deberán de tenerse ciertas consideraciones.

En la mayoría de las pesquerías, el reclutamiento anual varía considerablemente, en forma tal, que parece tratarse de un proceso esencialmente aleatorio e independiente del efecto por pesca (Gulland, 1964). De esta manera, resulta muy difícil predecir el rendimiento dado un patrón en la pesquería. Por lo tanto, es más conveniente predecir el rendimiento por recluta permitiendo su comparación bajo diferentes regímenes de pesca.

Este modelo, en su forma más simple, considera al reclutamiento como un valor promedio que no se ve afectado por la manera en que se aplica el esfuerzo por pesca ni por la abundancia de los reproductores (Gulland, 1974).

En el caso de *P. argus*, por no poder determinarse la edad, la ecuación por utilizar se debe expresar en términos de la longitud en el reclutamiento, considerando esta longitud como una proporción del promedio de la longitud máxima (Beddington y Cooke, 1983).

Por medio de este modelo, se construyen diagramas donde se puede observar el efecto que tiene -para un conjunto de parámetros de crecimiento- el cambio en la talla de captura inicial, dado un régimen de pesca. En el caso contrario, para una misma talla inicial, es posible observar el resultado que se obtiene por el aumento o decremento en la mortalidad ejercida por el esfuerzo pesquero. Tal combinación puede ser igualmente estudiada con el objeto de dirigir ambos factores hacia el máximo rendimiento por recluta alcanzable, bajo las condiciones establecidas (Beverton y Holt, 1957; Gulland, 1974; Pitcher y Hart, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se menciona al principio, este trabajo preliminar ejemplifica un procedimiento a seguir en la evaluación de cambios en las medidas regulatorias. En este caso, tanto el análisis de cohortes (Pope, 1972) como el análisis de rendimiento por recluta (Beverton y Holt, 1957), fueron considerados para aquellos casos en que se deba analizar el efecto que podría tener un cambio en la talla de primera captura, cuando sólo se pueda contar con medidas de la longitud de los organismos.

La langosta *P. argus* se presenta como un caso típico de estas situaciones. A la fecha no es posible atribuir una edad a estos organismos, principalmente por carecer de estructuras que permitan llevar a cabo estos estudios. Por otra parte, el estudio del efecto del cambio en el tamaño mínimo de captura, debe considerarse especialmente, ya que en la mayoría de las pesquerías de estos crustáceos se ha reportado como la medida de regulación que al parecer presenta mayor influencia.

Para que tales cambios puedan ser observados, y debido a que todas las metodologías consideradas en el procedimiento de evaluación están basadas en los parámetros de crecimiento, se procedió a la estimación de éstos mediante dos métodos recientes.

TABLA 1
RESULTADOS PRELIMINARES EN LOS PARAMETROS DE
CRECIMIENTO DE LA ECUACION DE VON BERTALANFFY
POR MEDIO DEL ANALISIS DE COMPOSICION DE TALLAS DE
SHEPHERD (Shepherd, 1987a).

Temporada	Hembras			Machos		
	K	Linf	to	K	Linf	to
1982-1983	.28	34.43	.95	.33	30.0	.82
1983-1984	.22	31.71	.15	.28	32.3	.66
1984-1985	.27	32.0	.54	.30	33.3	.80
1985-1986	.30	31.33	.69	.28	34.67	.85
1986-1987	.30	34.57	.11	.31	34.29	.15
1987-1988	.30	32.57	.30	.29	32.57	.72

Los resultados preliminares que se presentan en la tabla 1, comprenden los valores de K, Linf y α para ambos sexos en las temporadas 1982 a 1988 estimados por el método de Shepherd (1987a). Por otra parte, el método de Matriz de Proyección (Shepherd, 1987b) a pesar de ser considerado un método "robusto", en el caso de *P. argus* en el norte de Quintana Roo no arrojó los resultados adecuados. Las razones obedecen a los cambios tan marcados en las distribuciones de frecuencia durante los meses en que se presenta el movimiento migratorio en algunas temporadas de captura. De esta manera se dificultó el desarrollo del método independientemente de los valores de inicialización considerados.

En la tabla 2, se presentan los valores de la tasa de mortalidad total (Z) calculados por las metodologías descritas, para ambos sexos en las temporadas de captura 1982 a 1988. Existe una gran similitud entre Z calculada por el método de Beverton y Holt (1956) (BH) y la estimación sin aparear del método aún en desarrollo. Sin embargo, entre estos métodos y el de las curvas acumuladas, se observaron resultados diferentes. Más trabajo tendrá que hacerse a este respecto, con el objeto de obtener una mejor aproximación a este parámetro. La figura 2 se presenta aquí como un caso de las curvas acumuladas (Jones, 1984) para las langostas machos de la temporada 1984-85. No se muestra la recta empleada, pero se puede observar lo subjetivo del método en la estimación de Z.

Contando con estos resultados, es posible comenzar a analizar los efectos que un cambio en el tamaño mínimo de captura puede tener en la pesquería. Existen métodos como el de Gulland (1961, 1964) y Cadima (1978) que permiten comparar el efecto inmediato y a largo plazo. En estos casos el análisis de cohortes mostrará por medio de gráficas y cuantitativamente, los efectos inmediatos (disminución de la captura) y a largo plazo, por el crecimiento de los organismos no capturados.

TABLA 2
RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS TASAS DE MORTALIDAD OBTENIDAS POR
EL MÉTODO DE BEVERTONT Y HOLT (1956) Y UN MÉTODO AÚN EN DESARROLLO
(BASSON, COM. PERS.)

Temporada	$Z(p)$	$Z(s)$	$Zpr(p)$	$Zpr(s)$
Machos				
1982-1983	0.5464	0.5413	0.2876	0.5375
1983-1984	0.5214	0.5095	0.0507	0.4408
1984-1985	0.8324	0.6175	0.3217	0.9929
1985-1986	0.5466	0.5326	0.1750	0.5114
1986-1987	0.5478	0.5457	0.3395	0.4888
1987-1988	0.6238	0.5870	-0.2128	0.6033
Hembras				
1982-1983	0.6003	0.6134	0.5036	0.4715
1983-1984	0.4043	0.3992	0.1436	0.2775
1984-1985	0.5455	0.5327	0.1644	0.5033
1985-1986	0.4661	0.4583	0.2049	0.3480
1986-1987	0.6324	0.6221	0.2384	0.5993
1987-1988	0.5998	0.5721	-0.0529	0.4860

Donde: $Z(p)$: Tasa de mortalidad total pareada;
 $Z(s)$: sin parear; $Zpr(p)$: promedio pareada;
 $Zpr(s)$: promedio sin parear.

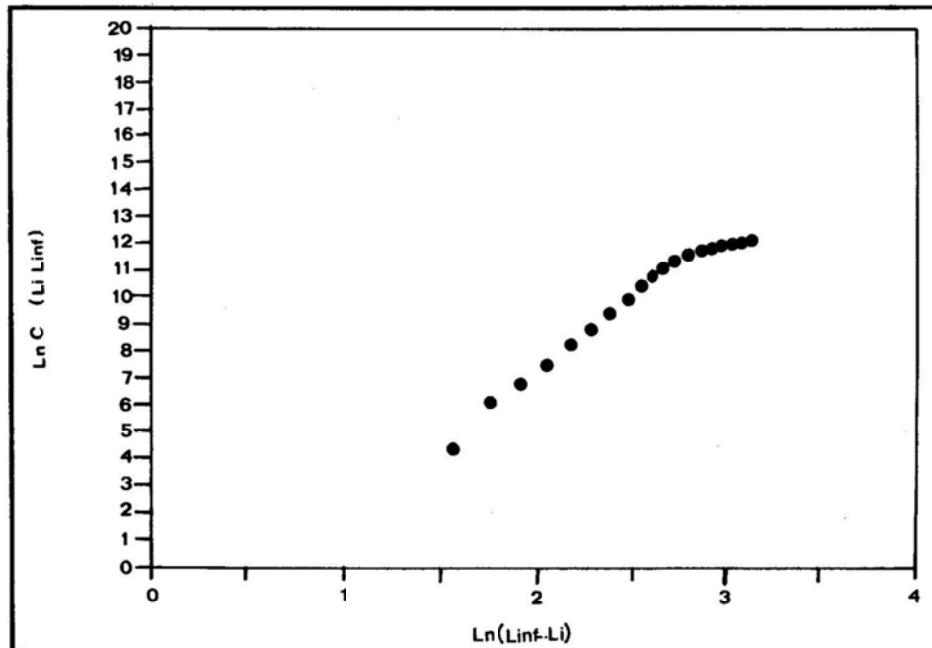


Figura 2. Curva de captura acumulada obtenida a partir de los intervalos de talla de las colas de langosta *Panulirus argus*. Se presenta el caso de langostas macho de la temporada de captura 1984-1985 reportadas en Isla Mujeres, Q.R. Para el cálculo de Z/K se deberán escoger aquellos puntos que puedan ser incluidos para el cálculo de la pendiente.

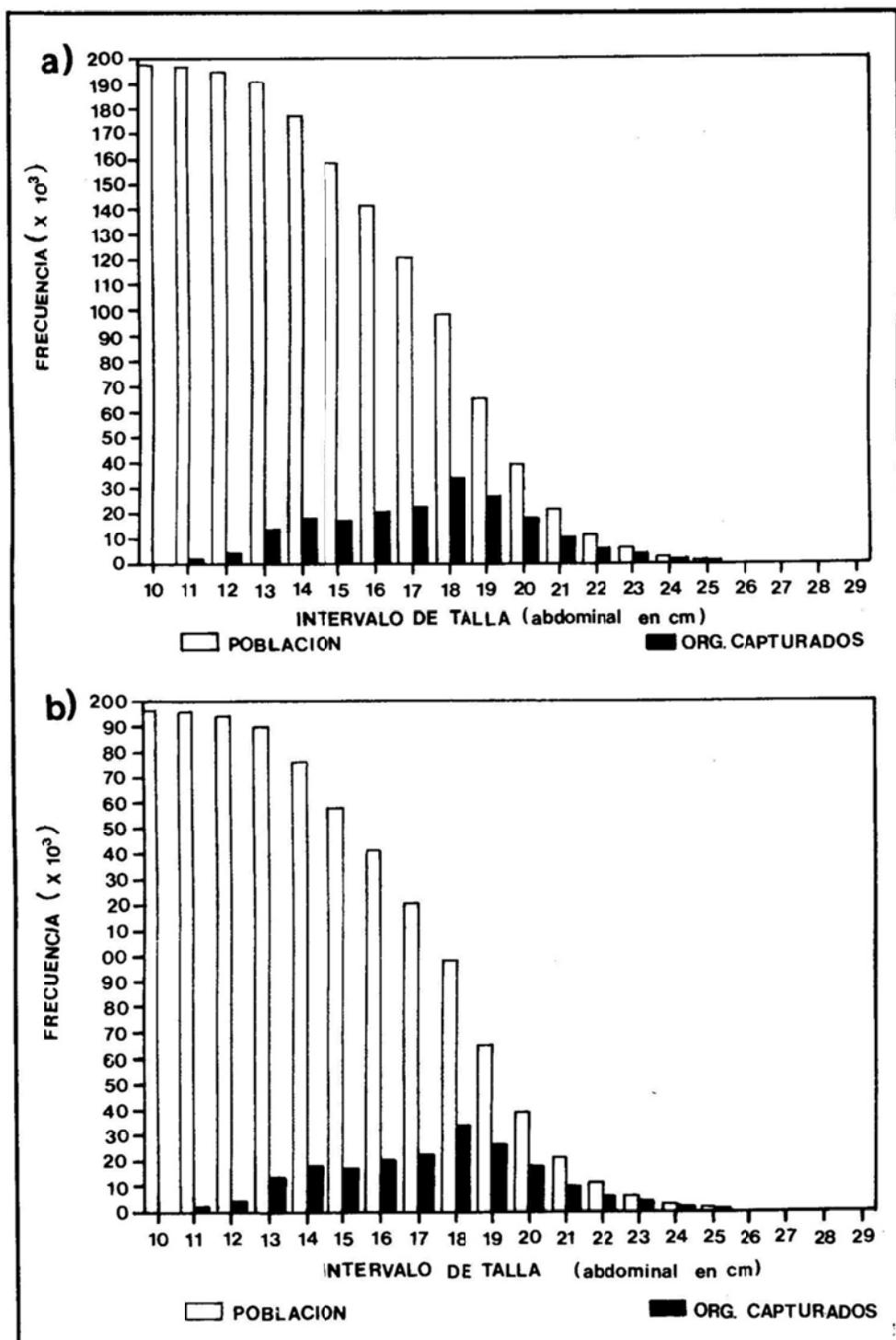


Figura 3. Gráficas que resultan del Análisis de Cohortes (Jones, 1984) para la langosta *Panulirus argus* en la costa norte del Caribe Mexicano. Se observa el número de organismos en la población (estimados) y el número de organismos capturados a) hembras y b) machos de la temporadas 1985-1986.

En la figura 3 se puede observar, para cada uno de los sexos en la temporada de captura 1985-1986, la relación entre el número de organismos capturados con el posible número de organismos que generaron esas capturas. En este caso, la selección de la captura se lleva a manera de "filo de cuchillo" (Beverton y Holt, 1957). Mediante este

procedimiento, los cambios en la talla mínima podrían ser observados y comparados su efectos a corto y largo plazo.

En este trabajo preliminar, no se estimó el valor de F para las temporadas estudiadas. Sin embargo, de las gráficas que resultan de la estimación de los parámetros de

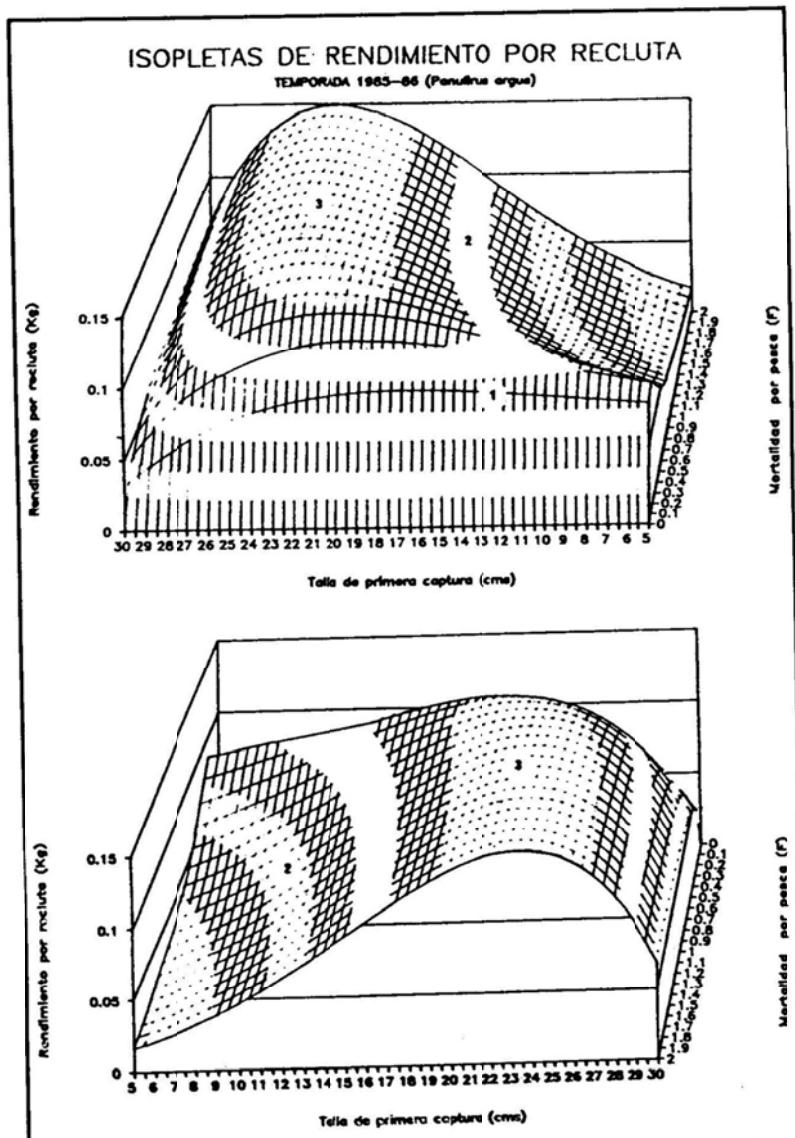


Figura 4. Isopleths de rendimiento por recluta de la langosta *Panulirus argus* del Caribe Mexicano. Se observan las zonas relacionadas con el máximo rendimiento por recluta, desde dos ángulos distintos. Los rendimientos están dados en kg y la talla de primera captura se refiere a la longitud abdominal de los organismos, para los diferentes valores de mortalidad por pesca (F). Los datos corresponden a machos de la temporada 1985-1986, que se presentan en la tabla 1. M en este caso es 0.2.

crecimiento de machos en 1985-86 y con una tasa de mortalidad natural de $M = 0.2$ se observan tres zonas que merecen ser mencionadas (figura 4). En la Zona 1 se muestra cómo el cambio de tc para los primeros valores de F no representa ninguna mejoría hacia un máximo rendimiento. Vigilar un tamaño mínimo de captura en esta etapa no tendría ningún sentido. Conforme aumenta el valor de F , la vigilancia de tc presentará cambios significativos hacia un mejor rendimiento. La Zona 2 comprende un estado de la pesquería donde para valores altos de F , un aumento en tc brindaría un mayor rendimiento por recluta a largo plazo. Al contrario de lo que sucede en las zonas 2 y 3, una vez alcanzado (3) el efecto es contrario y el rendimiento decae grandemente para valores grandes de F . Esto último se debe principalmente a la mortalidad natural.

Lo importante a considerar en la gráfica anterior son los efectos en el rendimiento por recluta que se pueden tener a largo plazo, por cambios en la talla mínima de captura. Los resultados pueden estar sujetos a la influencia de muchos factores: sin embargo, asumiendo las condiciones de este análisis, resulta importante analizar los resultados de los cambios en la talla para la langosta del Caribe Mexicano.

Este tipo de análisis ha sido realizado solamente en tres especies de palinúridos: *Panulirus cygnus* en Australia Occidental, *P. argus* en el Caribe y *Jasus edwardsii* en Nueva Zelanda. La razón de ello obedece principalmente a que sólo para estas especies ha existido suficiente información sobre parámetros poblacionales y esfuerzo aplicado (Morgan, 1980).

En el caso de la pesquería en el sur de Jamaica de *P. argus*, Munro (1974), ha utilizado una forma modificada de la ecuación de rendimiento de Beverton y Holt (1957). Aunque dicha modificación simplifica los cálculos, presenta algunos inconvenientes; por ejemplo, el considerar una relación isométrica entre la longitud y el peso. Considerando la ecuación general de Beverton y Holt, existe el problema de no poder analizar al mismo tiempo cambios en las tasas de mortalidad por pesca, sobre el rango de tallas de la población en explotación. Esto último sería importante para describir las poblaciones de este tipo de langostas (Morgan, 1980).

A pesar de los problemas mencionados, la ecuación de rendimiento de Beverton y Holt ha probado ser de mucha utilidad en la evaluación de la pesquería de *P. argus* al sur de Jamaica.

El análisis de cohortes y el rendimiento por recluta han sido criticados, sobre todo al tratarse de especies comercialmente importantes. A pesar de ello, debe reconocerse que bajo las suposiciones que lo sustentan (Pope, 1972; Beverton y Holt, 1957), constituyen herramientas de trabajo para la evaluación de modificaciones en las medidas regulatorias.

Es importante mencionar que éste es solo un trabajo preliminar. Su intención es la de presentar un procedimiento que sirva de base para futuros estudios de evaluación para el manejo de la pesquería de langosta del Caribe mexicano. También es importante recalcar que la validez de las conclusiones a las que se pueda llegar en este tipo de estudios, dependerá de la forma y "precisión" en la estimación de parámetros de mortalidad y crecimiento (Morgan, 1980).

En el presente trabajo, se buscaron los métodos más adecuados a la fecha, para la estimación de los parámetros de crecimiento y mortalidad, a pesar de los problemas que presentó la información de langosta y el tipo de crecimiento de estos organismos. Los resultados obtenidos al seguir el procedimiento de la figura 1, aunque preliminarmente indican que una buena aproximación puede lograrse y un estudio más detallado podrá realizarse en el futuro, para el manejo de *Panulirus argus* frente a las costas del caribe Mexicano.

AGRADECIMIENTOS

Poder contar con información de varias temporadas de captura, implicó un trabajo constante y un gran esfuerzo, por lo que este trabajo brinda si más sincero reconocimiento a los Tec. Pesq. Carlos Aguilar y Marco Tito Cobá. Asimismo, se agradece al Instituto Nacional de la Pesca (INP) por permitir el acceso a dicha información y al Dr. Andrew Rosenberg por sus consejos en la elaboración de este documento.

LITERATURA CITADA

- BASSON, M., A.A. ROSENBERG and J.R. BEDDINGTON, 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 4 : 227-285.
- BEDDINGTON, J.R. and J.G. COOKE. 1983. The potential yield of fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (242): 47p.
- BERTALANFFY, L.von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.*, 10(2):181-213.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT, 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Reu Cons. Int. Explor. Mer*, 140: 67-83.

- BEVERTON, R. J.H. and S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish)*. 19: 533p.
- CADIMA, E.L. 1978. The effect on yield of change in the age of first capture. *FAO Fish. Circ.*, (701): 41-7.
- GONZALEZ, J.M. y C.M. AGUILAR. 1987. Opinión técnica sobre la langosta *Panulirus argus*. Estación de Investigaciones Pesqueras de Isla Mujeres Quintana Roo. Instituto Nacional de la Pesca. 8p.
- GULLAND, J.A. 1961. The estimation of the effect on catches of changes in gear selectivity. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 26 (2): 204-14.
- GULLAND, J.A. 1964. A note on the interim effects on catches of changes in gear selectivity. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 29 (1): 61-4.
- GULLAND, J.A. 1974. The management of marine fisheries. Scientia, Great Britain. 198 p.
- JONES, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.*, (256): 118p.
- LESLIE, P.H. 1945. The use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika*, 35: 213-245.
- MORGAN, G.R. 1980. Population Dynamics of spiny lobsters. In: Cobb, S.J. and B.F. Phillips (eds) The biology and management of lobsters. Vol II. Academic Press: 189-217.
- MUNRO, J.L. 1974. The biology, ecology, exploitation, and management of Caribbean reef fishes. Scientific Report of the ODA/UNI fisheries ecology research project, 1962-1973. Part VI. The biology, ecology, and bionomics of Caribbean reef fishes-Crustaceans (Spiny lobsters and crabs). *Univ. West Indies Zool Dep., Res. Rep.* 3, 1-57.
- PAULY, D., 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.* (729): 54 p.
- PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 p. International Center for living Aquatic Resources Management, Manila Philippines.
- PITCHER, T.J. and P.J.B. HART, 1982. *Fisheries ecology*. Croom. USA. 414 p.
- POPE, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, (9): 65-74.
- RIKHTER, V.A. and V.N. EFANOV, 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. *ICNAF Res. Doc.*, 76/vi/8: 12 p.
- ROSENBERG, A.A. and J.R. BEDDINGTON, 1988. Length-based methods of fish stock assessment. In J.A. Gulland (ed.) *Fish population dynamics*. John Wiley & Sons, London.
- ROSENBERG A.A., J.R. BEDDINGTON and M. BASSON. 1986. Growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. *Nature*, 324 (6093): 152-154.
- SAVILLE, A., 1977. Survey methods of appraising fishery resources. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (171): 76 p.
- SHEPHERD, J.G. 1984. Exploitation of marine communities. In: May, R.M. (ed.) Dahlem Konferenzen 1984 Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag: 95-110.
- SHEPHERD, J.G. 1987a. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. p. 113-119. In: Pauly, D. and G.R. Morgan (eds) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- SHEPHERD, J.G. 1987b. Towards a method for short-term forecasting of catch-rates based on length compositions, p.167-176. In D. Pauly and G.R. Morgan (eds) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- TANAKA, S., 1960. Studies on the dynamics and the management of fish populations. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 28: 1-200.

CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA

Panulirus argus EN LA BAHÍA DE LA ASCENSIÓN, QUINTANA ROO

Enrique Lozano Álvarez *

RESUMEN

La pesca de langosta *Panulirus argus* es la actividad productiva más importante en la actualidad en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, en Quintana Roo. La Bahía de la Ascensión se encuentra dentro de esta Reserva, y en ella, la pesca de la langosta se hace mediante el uso de refugios artificiales llamados "casitas cubanas", "sombrias" o simplemente "trampas". Se presenta el estado del conocimiento que se tiene sobre la pesquería de langosta en Bahía de la Ascensión y se discuten algunas alternativas para su manejo. En términos generales, se concluye que la reglamentación actual es adecuada por el momento, y que los niveles de explotación no representan un peligro para el recurso, sino que se deben buscar estrategias de captura que permitan aprovechar mejor este importante recurso.

ABSTRACT

The fishing for the spiny lobster *Panulirus argus* is, at present, the most important productive activity in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, in Quintana Roo. Bahía de la Ascensión is located within the Reserve. In this bay, the fishing for lobsters is carried out by means of artificial habitats called "casitas cubanas", "sombrias", or simply "traps". In this paper, the state of the knowledge on the lobster fishery in Bahía de la Ascensión is presented, and some alternatives for its management are discussed. The general conclusion is that the current regulation measures are adequate for the time being, and that the levels of exploitation are not endangering the resource. However, some alternatives for the capture of lobsters that would permit a more rational exploitation should be investigated.

INTRODUCCIÓN

La Bahía de la Ascensión, con un área de aproximadamente 10,000 has., se encuentra en la parte central de la costa del Mar Caribe mexicano (Fig. 1). Es una bahía somera, con una profundidad de hasta 6 m en el canal principal y una amplia comunicación con el mar. Paralela a la boca de la bahía, corre una antigua línea de costa del Pleistoceno, con algunos bancos aislados de arrecife coralino (Jordán, 1988). La principal vegetación del fondo son pastos y algas rodofitas. El piso consiste de sedimentos que van desde arenosos, en la parte más cercana al mar, hasta fangosos en las zonas de manglar (Lozano *et al.*, 1988). La Bahía de la Ascensión, junto con la Bahía del Espíritu Santo (Fig 1), forman los dos cuerpos de agua más importantes de la Reserva

de la Biosfera "Sian Ka'an" en el Estado de Quintana Roo. La pesca de la langosta *P. argus* es la actividad productiva más importante de la Reserva de la Biosfera "Sian Ka'an", no solo por los recursos económicos que representa, sino porque la mayoría de los habitantes de la reserva son quienes la llevan a cabo. Son tres las cooperativas de pescadores que capturan langosta en las bahías: la cooperativa "Pescadores de Vigia Chico" en la Bahía de la Ascensión y las cooperativas "José María Azcorra" y "Cozumel" en la Bahía del Espíritu Santo.

Han sido varios los investigadores e instituciones que han estudiado a la langosta *P. argus* en la Bahía de la Ascensión (Briones, 1989). Solís (1963) hizo un estudio sobre la pesca de langostas con diferentes tipos de trampas; Miller (1982) describió el arte de pesca que se usa en la bahía y señaló su potencial de uso. Actualmente, el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), en colaboración con instituciones

* Estación "Puerto Morelos", Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México Ap. Postal 1152, Cancún, Q. R., 77500 México.

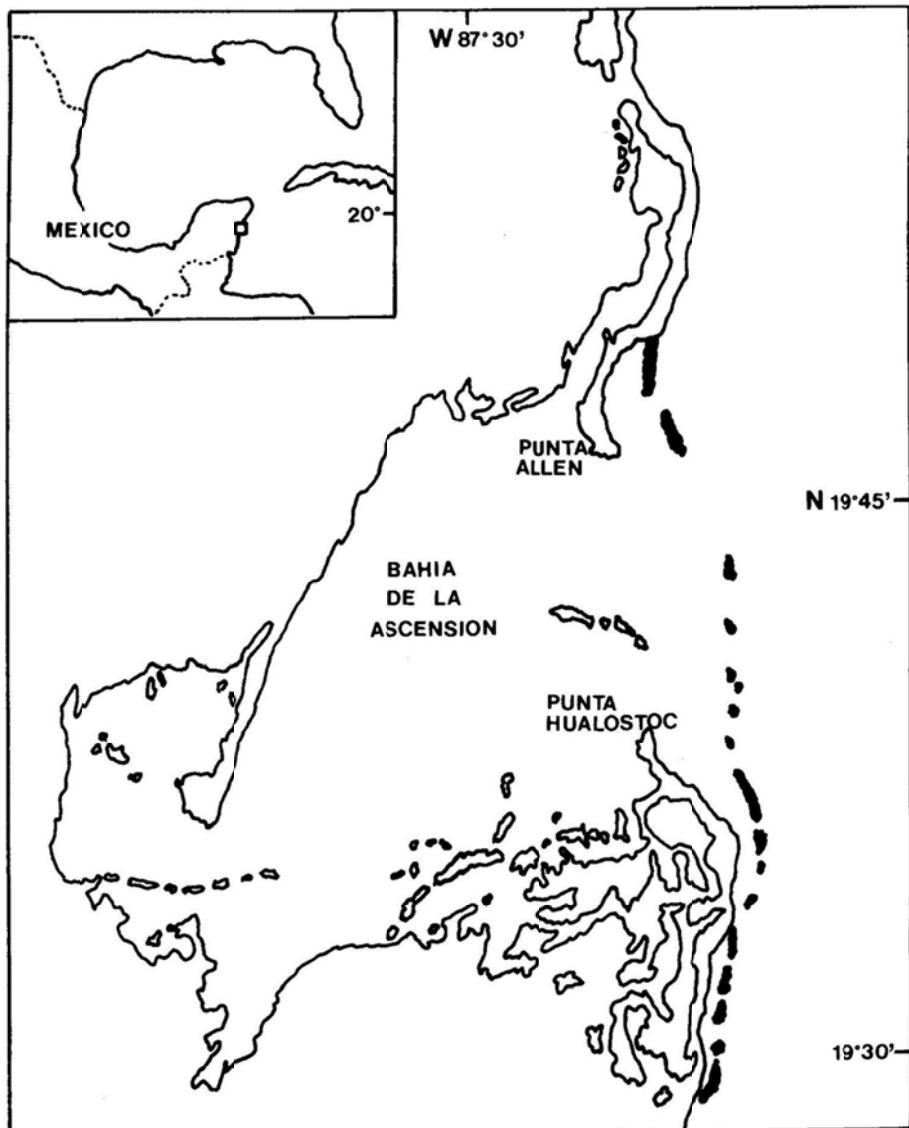


Figura 1. Área de estudio.

extranjeras, desarrolla diversas investigaciones en el área; destacan aquellas que se refieren al mapeo de campos de pesca, localización y conteo de las artes de pesca, estudio importante para obtener datos de esfuerzo de pesca y básico para estudios ecológicos. Realiza, además, otros estudios de tipo ecológico que incluyen: hidrología, estudio del bentos y algunas observaciones de depredación sobre las langostas con y sin refugio artificial (T. Camarena, CIQRO, Dom-Conocido, Chetumal, Q. R.). La Estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en colaboración con el CSIRO (Commonwealth

Scientific Research Organization) de Australia, realizó en 1985 y 1986 un programa en el que se marcaron cerca de 5000 langostas durante los períodos de veda, de las cuales se obtuvo un 26% de recapturas por los pescadores; los resultados de estas investigaciones se encuentran en los trabajos de Lozano *et al* (1989), Briones *et al* (1988) y Lozano *et al* (en prensa). Briones *et al* (en prensa) han estudiado el patrón de reclutamiento de postlarvas de langostas en la bahía.

El objeto del presente trabajo es exponer, en forma resumida, el estado del conocimiento que se tiene de la

pesquería de langostas en la Bahía de la Ascension y discutir algunas alternativas de manejo de este importante recurso pesquero, en dicha localidad.

LA PESQUERÍA

La reglamentación a la que está sujeta la pesquería de la langosta en la Bahía de la Ascension es la misma que rige para el resto del Golfo de México y Mar Caribe para *Panulirus argus*. Esta reglamentación consiste en una talla mínima legal de 145 mm de longitud abdominal, la prohibición de capturar hembras ovígeras y una época de veda que comprende del 15 de marzo al 15 de julio inclusive.

Desde 1979 las cooperativas de pescadores en las bahías de la Ascension y del Espíritu Santo, habían tenido un permiso especial de capturar individuos de 135 mm de longitud abdominal debido a que las langostas dentro de las bahías son de tallas pequeñas. En julio de 1987 la secretaría de Pesca promulgó en el Diario Oficial de la Federación la reglamentación para *P. guttatus*, refiriéndose a ella como la especie que se captura en las bahías de la Ascension y del Espíritu Santo. En esta reglamentación, se establece que la talla mínima legal es de 135 mm de longitud abdominal. Obviamente se trata de un error ya que *P. guttatus* nunca llega a ser parte significativa de la captura de langostas en las mencionadas bahías. Además, estudios realizados en *P. guttatus* indican que la talla mínima de 135 mm de longitud abdominal es excesiva para esta especie (Briones, 1990, Negrete, 1988).

La pesquería de la langosta en la Bahía de la Ascension se caracteriza por los siguientes aspectos:

- La explotación del recurso la realiza una cooperativa de pescadores bien organizada.

- No existe una pesca deportiva importante.

- La bahía está dividida en campos langosteros, los cuales tienen "propietarios", existiendo un sistema de parcelación.

- El arte de pesca más utilizado es la "sombra" o "casita". Este es un refugio artificial de aproximadamente 1 x 1.5 m construido de diferentes materiales, principalmente troncos de madera y un techo de ferrocemento. Estas casitas se colocan en los campos langosteros, llegando a ser de hasta 1000 el número de sombras por campo (Lozano *et al.*, en prensa).

- El método de pesca es por buceo libre con gancho para atrapar las langostas que se encuentran en los refugios artificiales. Existe una pequeña captura con redes langosteras y por buceo libre en los bancos arrecifales.

- La pesca de la langosta se ejerce, en su mayorfa, sobre ejemplares juveniles o subadultos en o cerca de la talla mínima legal (Fig. 2).

- La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es alta al inicio de la temporada de pesca, declinando

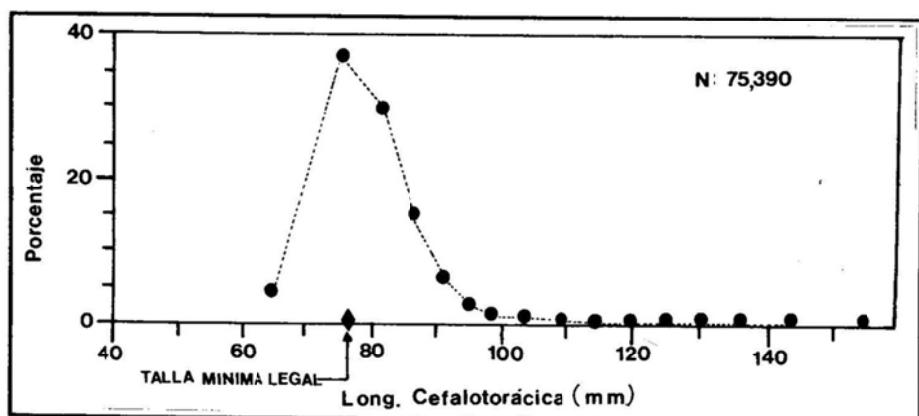


Figura 2. Distribución por tallas del muestreo de la captura de langosta *Panulirus argus* en la cooperativa "Pescadores de Vigía Chico", temporada de pesca 1985-86.

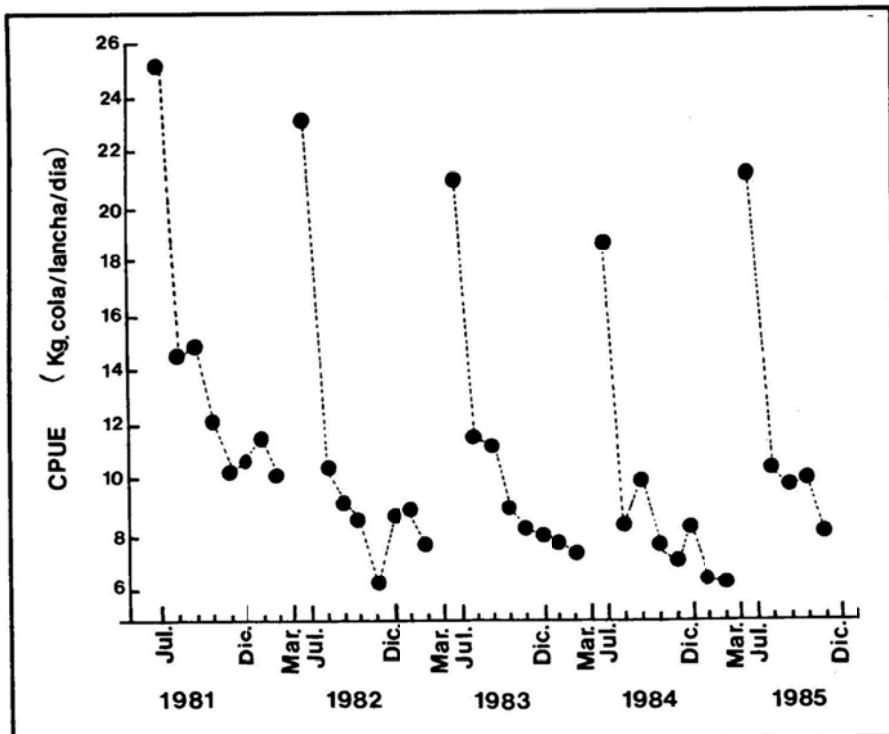


Figura 3. Captura por Unidad de esfuerzo de las temporadas 1981-82 a 1985 en la Cooperativa "Pescadores de Vigia Chico". (Tomado de Lozano *et al.* 1989.)

abruptamente después del primer mes. Conforme pasa el tiempo, disminuye presentando algunas fluctuaciones (Fig. 3).

DINÁMICA DE POBLACIÓN

A la fecha se tiene la siguiente información sobre algunos parámetros poblacionales de las langostas de la especie *P. argus* en la Bahía de la Ascensión.

CRECIMIENTO

El crecimiento de *P. argus* a partir de la postlarva es relativamente rápido, tanto en machos como en hembras, alcanzando ambos sexos la talla mínima legal aproximadamente a los dos años de edad. Los análisis de las capturas indican que existe una alta inmigración por crecimiento a la pesquerfa durante la temporada de pesca (Briones *et al.*, 1988).

MORTALIDAD POR PESCA

La mortalidad por pesca parece ser muy alta, especialmente al iniciar la temporada de pesca. Sin embargo no ha sido posible cuantificar este valor

debido a que no se puede separar de la inmigración por crecimiento, además de que existe un cambio notorio en el esfuerzo a lo largo de la temporada de pesca.

MORTALIDAD NATURAL Y EMIGRACIÓN

Estos parámetros son muy difíciles de determinar por separado; sobre todo en el caso de la Bahía de la Ascensión, en el que el valor de la emigración en un periodo corto de tiempo puede llegar a ser muy elevado.

MOVIMIENTOS

El resultado del programa de marcado indica claramente un patrón de movimiento de las langostas hacia el arrecife y probablemente a lugares más profundos fuera de la bahía. Con base en el estudio de la dinámica poblacional, Lozano *et al* (1989) propusieron la hipótesis de que en la plataforma continental, fuera de las bahías, existe un stock de langostas adultas reproductoras que no está siendo explotado actualmente y sugieren que podría tratarse de un stock importante susceptible de ser utilizado.

MANEJO

Los pescadores de la Bahía de la Ascensión han decidido no aumentar el número de socios en su cooperativa, dejando este privilegio solamente a sus hijos. Intuitivamente están ejerciendo una forma de regulación, la de "entrada limitada a la pesquería". Sin embargo, el esfuerzo real de pesca ha ido aumentando en términos del número de "sombras" que existen dentro de la bahía en los campos langosteros. También los pescadores tienen la idea de limitar el número de estos refugios artificiales en un futuro cercano, porque han notado que a pesar del aumento en el número de las "sombras", las capturas, en los últimos años, no han aumentado de manera significativa (Fig. 4).

Las tallas pequeñas de langostas que se obtienen en las bahías son las más comerciales, de mayor demanda y precio en el mercado de exportación. La principal preocupación, por parte de los pescadores, es la talla mínima que existe en la reglamentación actual de la captura. Ellos saben que están pescando *P. argus* y no *P. guttatus* y saben también que

solamente encuentran langostas pequeñas dentro de la bahía; por lo tanto, temen que al aplicar dicha medida, sus capturas disminuyan notablemente, o bien que una cantidad importante de langostas por debajo de la talla mínima sean vendidas ilegalmente promoviendo la piratería.

Por otro lado, debido al interés que trae consigo la creación de una Reserva de la Biosfera, la visita de investigadores, estudiantes, representantes de diferentes dependencias gubernamentales estatales y federales, de agencias extranjeras y de turismo ecológico nacional y extranjero a la Bahía de la Ascensión ha sido un hecho común. El contacto de estas personas con los pescadores ha creado desconcierto entre estos últimos sobre lo que deben hacer para manejar adecuadamente su recurso. Los pescadores han recibido una gran diversidad de ideas al respecto, que van desde el cultivo hasta cerrar la bahía a la pesca de langosta por tratarse de una zona de criadero ("nursery area").

En este capítulo se discutirán algunas de estas ideas y la factibilidad de ser aplicadas.

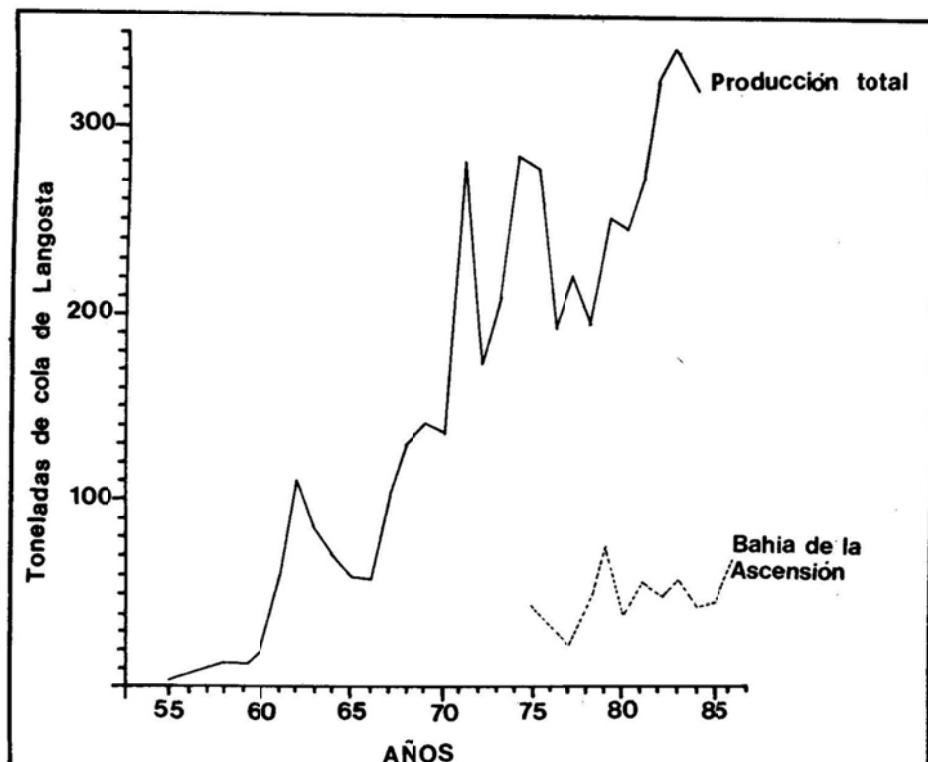


Figura 4. Producción (Toneladas de cola de langosta) en el Estado de Quintana Roo (línea continua) y en la Bahía de la Ascensión (línea discontinua).

MODELOS

El uso y la aplicación de modelos para el manejo de una pesquería es recomendable. Existen dos tipos de estos modelos: los estructurales y los de producción generalizada, ninguno de los cuales puede ser aplicado en este momento a la pesquería de langostas en la Bahía de la Ascensión, por lo siguiente: Los modelos estructurales o analíticos, (Ricker, 1975; Beverton y Holt, 1957), consideran a la población como la suma de sus individuos, para lo cual se estudian los eventos de la población analizando el destino de los individuos. Para aplicar estos modelos se utilizan valores de varios parámetros poblacionales, tales como crecimiento, mortalidad, etc. Es recomendable trabajar en este caso con individuos que están totalmente reclutados a la pesquería, ya que los individuos pequeños normalmente difieren del stock parental (de adultos) debido a que tienen requerimientos alimenticios diferentes, distribución diferente, etc, por lo que en ocasiones es más sencillo y realista omitirlos de los análisis. Además, es deseable agrupar a estos reclutas por dos características esenciales: su edad y el tiempo de reclutamiento; ambas características son difíciles de conocer en las langostas. En el caso de la edad, las langostas no presentan estructuras, como los peces, en los cuales la edad se puede "leer", y además presentan una gran variabilidad en el crecimiento. Respecto del tiempo de reclutamiento, aún quedan muchas lagunas en el conocimiento de este fenómeno, aunque ya

se empiezan a tener resultados alentadores (Briones *et al.*, en prensa).

Se sabe que *P. argus* se reproduce en el Caribe Mexicano durante casi todo el año. Al no existir una época limitada de reproducción, es posible que existan diferentes épocas de reclutamiento a lo largo del año y que al hacer los análisis de rendimiento por recluta correspondientes, se encuentren representadas varias cohortes. Además, estas cohortes desaparecen de la bahía (por emigración o por pesca) en el transcurso del primer año después del reclutamiento a la pesca.

Los otros modelos, relacionados con los trabajos de Schaefer (1954, 1957 en Gulland, 1977), son aquéllos que utilizan series históricas de captura y esfuerzo, y se les conoce como modelos globales o de producción generalizada. Estos modelos parten de que la relación entre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y el esfuerzo es negativa, es decir que al aumentar este último la CPUE disminuye. A la fecha, solamente se tienen datos de siete temporadas de pesca en la Bahía de la Ascensión, serie de datos muy pequeña para ser analizada por estos modelos.

Por otro lado, si se grafica la CPUE contra el esfuerzo en una temporada de pesca, se encuentra una relación positiva (Fig. 5). Esto se debe simplemente a que los pescadores aumentan su esfuerzo cuando hay mayor abun-

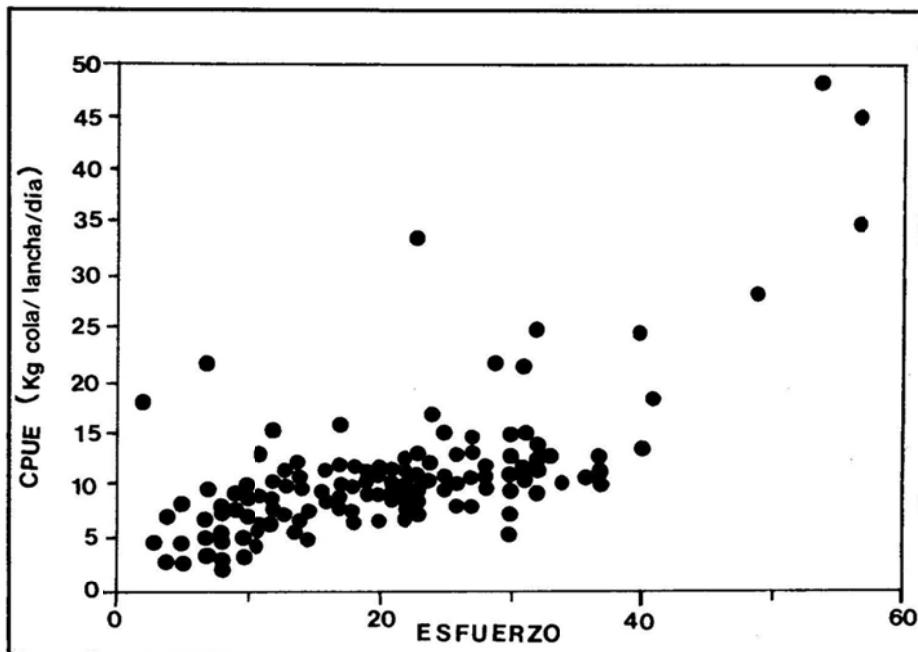


Figura 5. Esfuerzo vs. Captura por unidad de esfuerzo de la temporada de pesca 1985-1986. Cooperativa "Pescadores de Vigía Chico". (Tomado de Lozano *et al.*, 1989).

dancia de langostas y se dedican a otras actividades cuando la abundancia de la langosta es baja, pareciéndose más a un modelo de depredador-presa, que a un modelo de producción generalizada.

Para conocer algunos parámetros poblacionales, tales como abundancia y mortalidad, es posible utilizar otros modelos que usan también la información de las capturas y el esfuerzo. Tal es el caso de los modelos de Leslie y DeLury (Ricker, 1975). Estos se aplican cuando una población es pescada lo suficiente como para que los individuos que se retiran de la población hagan que la CPUE disminuya, esta última considerada como una porción del stock presente (Ricker, 1975). Si se grafica la CPUE contra la captura acumulada se obtiene una línea recta negativa cuya pendiente es la capturabilidad (q) y el intercepto con el eje de las abcisas es una estimación del número original de la población (N_0). Sin embargo, en la figura 6, se observa que al graficar CPUE contra la captura acumulada, no se obtiene una línea recta sino una curva. Esto sucede cuando la inmigración es importante (Ricker, 1975).

Por otro lado, si se considera nada más la rama de la izquierda (un periodo corto de tiempo) de la gráfica de la figura 6 entonces se obtiene una línea recta y se pueden conocer los valores correspondientes de q y de N_0 . Ahora, si para el mismo periodo de tiempo, se observa lo que

sucede a la parte de la población que se encuentra marcada, se puede entonces aplicar el caso especial de la utilización del modelo de Leslie, desarrollado por Ketchen en 1953 (Ricker, 1975). Los valores que se obtienen con este modelo, indican que la emigración más la mortalidad durante los meses de la temporada de veda y al inicio de la temporada de pesca puede llegar a ser muy elevada.

CULTIVO

Por todo lo anterior, es claro que se está tratando con una parte de la población de langostas que se encuentran "de paso" en las bahías; que la explotación se parece más a una "cosecha" que a una pesquería tradicional. Esta "cosecha" es importante al inicio de la temporada de pesca porque los individuos se han ido acumulando en los refugios artificiales en los cuatro meses que dura la época de veda. El esfuerzo de pesca es más alto cuando hay langostas que cuando no las hay y el resto de la temporada de pesca se "cosechan" los individuos que entran a la pesquería principalmente por crecimiento.

El término "cosecha" hace pensar en que existe alguna forma de cultivo. Es quizás por esto, que las gentes hablan de las posibilidades del cultivo. Los grandes problemas que presenta la larvicultura son el principal obstáculo para desarrollar el cultivo de langostas en el mundo, y hasta la

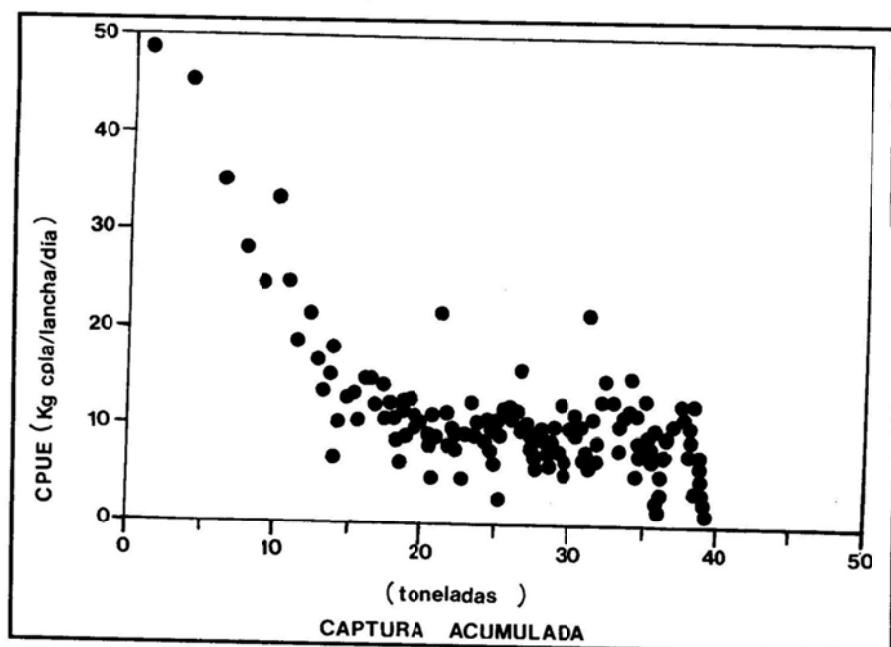


Figura 6. Captura acumulada vs. Captura por unidad de esfuerzo de la temporada 1985-1986 de la Cooperativa

fecha, no ha sido logrado en ningún país (Lozano *et al.*, 1981).

En Japón y en Australia se está destinando una fuerte cantidad de recursos económicos para la investigación y posible desarrollo del cultivo de langostas (Phillips, Com. personal). Probablemente en algunos años se tengan los primeros resultados de esos estudios y entonces sea factible aplicarlos. Por el momento, éste solamente será un tema de investigaciones básicas que por ser muy costosas y no prioritarias, no sería conveniente desarrollar en los Institutos y Centros de Investigación del país. Por otro lado, se ha sugerido el semicultivo como una alternativa, colectando postlarvas y/o juveniles y depositarlos dentro de la bahía. Esto no tendría sentido sin un amplio estudio ecológico que pudiera dar alguna idea de la capacidad de carga de estos sistemas, además de que se desconoce qué repercusión tendría sobre la población pescable las colectas masivas de postlarvas y/o juveniles (Lozano *et al.*, 1981).

Una tercera opción, la que más se ha sugerido como alternativa en las bahías es el mantenimiento de ejemplares de tallas sublegales en estanques o en encierros dentro de la misma bahía hasta que logren la talla mínima legal. Al respecto, es importante mencionar los grandes problemas de mortalidades masivas de langostas causadas por bacterias en experimentos de este tipo llevados a cabo en otros países. Tal es el caso de *Homarus americanus* en Canadá y EUA. Se desconoce que pueda pasar con los Palinúridos al respecto, por lo que sería conveniente tomar esas experiencias en cuenta. Además, para llevar a cabo esta práctica, habría que utilizar métodos de pesca que no dañen a las langostas, lo cual es posible y recomendable. Entonces, con regresar al agua a los ejemplares que no alcancen la talla mínima legal se obtendría un beneficio similar.

Finalmente, si bien es cierto que las bahías son áreas de criaderos de juveniles de langosta, también es cierto que la pesca de langosta en estas bahías es la actividad productiva más importante. Prohibir la pesca en las bahías, sería una medida, además de difícil de implementar, poco acertada. Los resultados de todas las investigaciones parecen indicar que la Bahía de la Ascensión (y probablemente la Bahía de Espíritu Santo) es una zona importante de asentamiento de postlarvas, y que la bahía actúa como un criadero natural de langostas, las cuales tienden a salir a aguas más profundas a medida que van madurando sexualmente. En este sentido, las bahías aparentemente aportan cantidades importantes de langostas a zonas más profundas, donde actualmente no son pescadas.

PERSPECTIVAS DE MANEJO

La conclusión general que se está obteniendo de estos estudios es que la talla mínima legal de 135 mm de longitud abdominal es la adecuada por el momento para esta zona, y que los niveles de explotación no solamente no están poniendo en peligro al recurso, sino que se deberán buscar estrategias de captura que permitan aprovecharlo mejor, ya sea pescando las langostas de aguas más profundas, para lo cual es necesario llevar a cabo pesca exploratoria con trampas en aguas fuera de las bahías, o bien mejorando la calidad y presentación para el mercado de los ejemplares capturados. En este sentido, una alternativa concreta de manejo se refiere a la posibilidad de capturar vivas a las langostas. Esto traería beneficios inmediatos a los pescadores, porque el recurso puede ser aprovechado en forma integral, al poder comercializar el producto entero. Para ello, se ha propuesto la utilización de chinchorros para extraer las langostas de las "sombras". Sin embargo, este método sólo es conveniente utilizarlo (por el tiempo y trabajo que requiere) al inicio de la temporada de pesca, cuando la abundancia de la langosta en los hábitats artificiales es considerable. Son de suma importancia los estudios sobre artes y métodos de pesca tendientes a resolver esta problemática para el manejo adecuado del recurso en las bahías.

Por otro lado, cada vez que la captura obtenida durante una temporada de pesca es menor que la de la anterior, los pescadores expresan su preocupación por los niveles aparentemente "decrecientes" de la población de langostas en la bahía. Sin embargo, las fluctuaciones que muestra la producción de langostas de la cooperativa "Pescadores de Vigía Chico" (Fig. 4) se encuentran dentro de los límites de las fluctuaciones normales que son comunes a este tipo de recurso pesquero, y que pueden ejemplificarse con las pesquerías de *P. cygnus* en Australia Occidental (Morgan *et al.*, 1982) y *P. argus* en Cuba. Es por esto que los estudios de reclutamiento de postlarvas y abundancia de juveniles tempranos son prioritarios.

La pregunta que se han hecho los investigadores que han estudiado la bahía respecto a si los hábitats artificiales incrementan la producción, o solamente congregan a las langostas ya existentes (Miller, 1982; Briones *et al.*, 1988), no ha sido contestada. Responder a esta pregunta sería clave para el manejo adecuado del recurso dentro de las bahías, por lo que todos aquellos estudios que ayuden a conocer este fenómeno deben ser considerados también como prioritarios.

LITERATURA CITADA

- BEVERTON, R.J.H. Y S.J. HOLT, 1957. *On the dynamics of exploited fish populations*. Fish. Invest. London, Ser. 2. 19:533p.
- BRIONES, P., 1989. Current status of the Research on Tropical Spiny Lobsters in México. Proc. Workshop México-Australia Mar. Sci. Mérida, México: 369-378.
- BRIONES, P., 1990. Consideraciones para el manejo de la langosta *Panulirus guttatus* (Latreille 1804) en Quintana Roo. Mem. Taller Regional sobre el Manejo de la Pesquería de la Langosta, Comité Téc. Consult. Prog. Langosta Golfo de Méx. y Caribe, SEPESCA / UNAM: 81-89.
- BRIONES, P. E. LOZANO, F. COLINAS y F. NEGRETE, 1988. Biología y Dinámica Poblacional de las Langostas del Caribe Mexicano. Informe Final del Proyecto clave CONACYT PCECBNA-021927, Inst. Cienc. del Mar y limnol. Univ. Nal. Autón. México 231 p.
- BRIONES, P., D. GUTIERREZ y J. SIMONIN. Postlarval recruitment of the Spiny Lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Bahía de la Ascension, Q. R., Mexico. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst., 41. (En Prensa).
- CAMARENA, T., Comunicación Personal. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Ap. Postal 886, Cancún, Q.R., 77500 México.
- GULLAND, J.A. (Ed.), 1977. *Fish Population Dynamics*. John Wiley & Sons, Nueva York. 372 p.
- JORDAN, E., 1988. Arrecifes Coralinos del Caribe Mexicano: Su Potencial de Uso. Informe Final del Convenio PCCBBNA-021928 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología / Inst. Cienc. del Mar y Limnol.- UNAM. 192 p.
- LOZANO, E., P. BRIONES Y C.B. KENSLER, 1981. Análisis de las posibilidades de cultivar langostas (Crustacea, Palinuridae) en México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, 8(1): 69-78.
- LOZANO, E., P. BRIONES Y B.F. PHILLIPS, 1989. Spiny Lobster Fishery in Bahía de la Ascension, Q.R., México. Proc. Workshop México-Australia Mar. Sci., Mérida, México: 379-391.
- LOZANO, E., P. BRIONES y B. F. PHILLIPS. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in Ascension Bay, Mexico. *Fishery Bulletin*. (En prensa).
- MILLER, D.L., 1982. Construction of shallow-water habitat to increase lobster production in México. Proc. Gulf & Caribb. Fish. Inst., 34: 168- 179.
- NEGRETE, F., 1988. Algunos parámetros poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) en Puerto Morelos, Q. R. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM.
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 19I: 382 p.
- SOLIS, M.J., 1963. Ensayo de nasas para langosta en la Bahía de la Ascension, Quintana Roo, México. Inst. Nat. Inv. Biol.-Peszq., Sec. Ind. Com., Ser. Trab. Divulgación 7(66): 1-17.

ESTIMACIÓN DEL RECLUTAMIENTO Y SUS APLICACIONES EN EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DEL CARIBE *Panulirus argus*

Tomás Camarena Luhrs*

RESUMEN

El conocimiento de varios parámetros poblacionales, tales como la mortalidad, la fecundidad, la tasa de crecimiento y el reclutamiento, es indispensable para los responsables del manejo de pesquerías. El presente trabajo se enfoca a este último parámetro, ya que actualmente es el menos conocido y uno de los más difíciles de determinar en el caso de la langosta del Caribe, que tiene una larga etapa de vida planctónica. Los estudios están centrados en la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, ya que esta zona presenta, con las bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo, características muy adecuadas para el asentamiento de postlarvas y el crecimiento de juveniles. Estas etapas del ciclo de vida son muy poco conocidas a nivel mundial y su estudio puede permitir el hacer estimaciones de las capturas con una o dos temporadas de pesca de avance basándose en modelos matemáticos.

ABSTRACT

The knowledge of various population parameters, such as mortality, fecundity, growth rate and recruitment is basic for the fisheries management. This work is focused on the latter, which at present is the less known and one of the most difficult to determine in the case of the Caribbean spiny lobster, due to its long planktonic larval life. The studies are centered in the Sian ka'an Biosphere Reserve, because this area presents, together with the Ascension and Espíritu Santo Bays, very adequate characteristics for postlarvae settlement and juvenile growth. These stages of the spiny lobster life cycle are world wide poorly known, and their determination may permit the prediction of future catches one or two fishing seasons in advance, by means of mathematical models.

INTRODUCCIÓN

En todo estudio de dinámica de poblaciones es básico el definir la población a estudiar, para lo cual es necesario tener una idea clara de lo que es el término "Población". Esta se podría definir como el conjunto de individuos viviendo en un momento dado en un ecosistema determinado y que posean características comunes transmisibles hereditariamente entre ellos. Este concepto de población implica la monoespecieidad, pero es más restrictivo que el de especie, el de subespecie o el de raza geográfica, puesto que el ecosistema considerado puede ser de extensión muy reducida (un lago o una porción marítima). La población también puede ser considerada como un sistema bioenergético abierto que intercambia constantemente energía con el medio que lo rodea, aunque

para los fines de la dinámica poblacional, no se considera generalmente un déficit o superávit energético, sino los cambios en la biomasa y en la estructura demográfica causados por los aumentos poblacionales debidos al crecimiento, a la reproducción y a la eventual inmigración, o bien a las disminuciones poblacionales debidas a la emigración y a la mortalidad, ya sea natural o producida por el hombre al pescar.

Todas las poblaciones pueden ser el objeto de un estudio de dinámica poblacional; sin embargo, éstos son particularmente interesantes cuando la biomasa y la estructura demográfica varían principalmente en función de factores conocidos y medibles, lo que es precisamente el caso de las poblaciones explotadas por el hombre, sobre todo cuando esta explotación es la fuente principal o incluso única de las variaciones observadas. La importancia económica de las pesquerías, el interés del pescador por

*Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Apartado PO-
tal 424, Chetumal, Q. R., 77000, México.

obtener el rendimiento máximo de las poblaciones naturales y la necesidad que tienen las autoridades responsables de salvaguardar los stocks por medio de medidas apropiadas, constituyen poderosos motivos para orientar prioritariamente las investigaciones de dinámica poblacional sobre aquellas poblaciones explotadas por las pesquerías.

En realidad, los fenómenos que suceden en una pesquería están siempre estrechamente ligados a las leyes económicas. En cuanto una población es descubierta y su explotación empieza a producir grandes rendimientos, los pescadores son atraídos fuertemente hasta que el tonelaje desembarcado alcanza su valor máximo, para después volverse estacionario o disminuir. La situación ideal y que debemos esforzarnos en alcanzar es una situación de equilibrio donde, teniendo en cuenta las inevitables fluctuaciones anuales, el stock provea de un rendimiento constante y rentable para un máximo de pescadores. Tal equilibrio es necesariamente inestable, puesto que depende, entre otros elementos, del precio del producto al ser puesto en tierra. Es por lo que se hacen imprescindibles modelos matemáticos precisos y estadísticas pesqueras mantenidas constantemente al día para poder así seguir la evolución de la situación y prever, al menos con un año de anticipación, si la temporada siguiente será mejor o peor que la que termina y si será necesario comprar más equipo de pesca o, por el contrario, tratar de reorientar parte de los pescadores a otro tipo de actividad. Se puede entonces apreciar cómo los problemas puramente biológicos están estrechamente ligados a la coyuntura económica y las consecuencias prácticas que puede tener la investigación en dinámica poblacional para una explotación racional de los recursos pesqueros.

Lo anteriormente expuesto hace que los métodos de dinámica poblacional y los modelos matemáticos aplicables a las pesquerías que han sido desarrollados para las zonas templadas y frías, a pesar de que son generalmente utilizables en las zonas tropicales, sean aplicados tomando en cuenta ciertas particularidades propias de dichas regiones y que implican que se hagan a las técnicas clásicas ciertas modificaciones de detalle. Citemos primero una tasa metabólica generalmente más elevada, lo que implica un crecimiento más rápido, una madurez sexual más precoz, una duración de vida más corta y, en general, una velocidad de renovación de los stocks más rápida. Las estimaciones de las tasas de mortalidad deberán realizarse a partir de un número de clases de edad más reducido. En los trópicos, las divisiones del año son menos marcadas y generalmente se resumen en una estación de lluvias y una estación seca; los períodos de reproducción duran todo o casi todo el año, por lo que la fijación de fechas promedio de nacimiento en una especie determinada provoca proble-

mas frecuentemente difíciles de resolver. La gran importancia de la pesca de tipo artesanal implica una gran diversidad de técnicas de pesca y un gran número de lugares de desembarco del producto, lo que dificulta grandemente la adopción de unidades de esfuerzo pesquero y vuelve muy inciertas las estimaciones de la captura total y las estadísticas pesqueras.

Se admite generalmente que en las poblaciones de especies con estrategia de reproducción "r" (como las langostas), las condiciones de sobrevivencia larvaria condicionan el reclutamiento, y que la cantidad inicial de huevos producidos por un stock reproductor no es más que parcialmente determinante para la forma de una curva de reclutamiento, puesto que más allá de cierta densidad larvaria, cuando la cantidad de alimento es constante o varía poco, la tasa de crecimiento se reduce y la mortalidad larvaria aumenta significativamente (Fontana, 1981). Partiendo de este principio, se puede considerar que las condiciones del medio (el patrón de corrientes, temperatura, etc.) y la cantidad de alimento disponible, así como la fecundidad, son los factores determinantes del reclutamiento pesquero.

Todo tipo de estudio para el manejo de una pesquería requiere de estimaciones de abundancia del recurso para poder hacer estimaciones de la tasa óptima de explotación. Dichas estimaciones se hacen generalmente por medio del rendimiento pesquero (CPUE), de combinaciones de la tasa de fecundidad con la tasa de mortalidad, de prospecciones por pesca, etc. Todas las estimaciones consideradas actualmente más o menos rutinarias necesitan un seguimiento de las estadísticas pesqueras de al menos cinco años, pero además, que estas estadísticas sean fiables. En los casos en que dichos requisitos no se cumplen, y es muy complicado el obtener datos confiables debido a la existencia de grandes volúmenes de ventas clandestinas o de ventas durante la temporada de veda, es necesario tratar de hacer estimaciones por medio de otros métodos; por eso se propone hacer estimaciones de abundancia la población aún no reclutada a la pesquería.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los métodos propuestos para realizar este estudio son básicamente dos: prospección de postlarvas por medio de una bomba de succión y mediciones de los juveniles presentes en las "casitas cubanas" o "sombras" utilizadas por los pescadores de la Cooperativa "Pescadores de Vigía Chico" en Punta Allen.

El primer método consiste en muestrear, en estaciones cuyas coordenadas geográficas son marcadas de manera

precisa por medio de un Loran C, una o varias zonas de aproximadamente 2 m^2 , delimitadas con un círculo metálico de 1.6 m de diámetro. El muestreo se realiza con una bomba de agua con un motor de gasolina de 5 HP y un flujo de aproximadamente 400 l/min. Se utiliza el efecto "Venturi" de la manguera de salida para no maltratar a los organismos que de esta manera no pasan por el impelente.

El segundo método consiste simplemente en rodear con una pequeña red cada "casita" para capturar la totalidad de los organismos que se encuentren en ella, liberando aquéllos que no tengan la talla mínima de pesca después de registrar sus datos merísticos, y conservando para el pescador dueño del campo y de la "casita" el producto de la pesca.

Se pretende utilizar métodos clásicos como el de Petersen o más recientes como ELEFAN para interpretar las frecuencias de talla obtenidas de esta manera, y en su caso implementar modelos aplicados a esta pesquería en particular.

RESULTADOS ESPERADOS

Por el momento, no se ha establecido una estrategia básica de muestreo con el método de bombeo y nos hemos limitado a hacer muestreos de prospección para delimitar los tipos de fondo donde los juveniles y postlarvas están presentes. Es así que se ha observado, de manera preliminar, que los organismos buscados son más abundantes en las zonas donde el fondo se encuentra cubierto principalmente de las algas *Laurencia* spp y *Digenia* spp, mientras que en las zonas de pastos marinos (*Thalassia* spp) no se ha encontrado hasta ahora ningún organismo con dicho método.

Si avanzáramos datos preliminares, éstos serían muy similares a los propuestos por Marx en 1986, quien reporta en Florida densidades de 0.03 juveniles/ m^2 donde el hábitat es abundante. Este mismo autor reporta haber tratado de estimar también la abundancia de juveniles con el método de "Censo Simple" con marcado y recaptura propuesto por Chittleborough (1970), pero se ha visto que sólo los individuos más agresivos son capturados por este método que utiliza nasas con carnada y provee un buen muestreo de los individuos de la clase de edad 3.

CONCLUSIONES

Toda estimación cuantitativa del reclutamiento por los métodos hasta ahora utilizados, exige que la fecundidad sea conocida de manera precisa y actualmente, a pesar de la existencia de estudios de la fecundidad relativa (Ramí-

rez et al., 1987), no se pueden aplicar dichos métodos, ya que los conocimientos actuales sólo conciernen a la fecundidad de un desove y sería necesario conocer la fecundidad total anual, para lo cual sería necesario determinar el número de desoves por hembra a lo largo del año.

Es raro que en los lugares de pesca todas las edades estén representadas en las mismas proporciones que para el conjunto de la población. Frecuentemente existe una segregación entre juveniles y adultos o entre los individuos inmaduros y los reproductores. En el caso de *P. argus*, se sabe que las larvas filosomas se encuentran por períodos de varios meses en mar abierto (Briones et. al. 1988), y que los puerulos se acercan a la zona costera de poca profundidad para iniciar su desarrollo como individuos bentónicos en zonas de lechos de algas o en las raíces de los manglares, y que paulatinamente se desplazan hacia zonas de mayor profundidad conforme aumentan de tamaño y alcanzan la madurez sexual.

El proceso por el cual la fracción juvenil de la población se integra por primera vez al conjunto del stock explotado es llamado "Reclutamiento". Para cada especie se define una edad promedio de reclutamiento a la cual se asocia una talla media de reclutamiento.

Es necesario diferenciar la talla de reclutamiento (tr) de la talla a la primera captura (tc), ya que el hecho de alcanzar las zonas de pesca no implica necesariamente que los individuos vayan a ser pescados. Esta talla varía necesariamente según la técnica de pesca utilizada.

Cabe mencionar que es la evolución a corto y mediano plazo de las fracciones de la población realmente pescadas las que son interesantes de estudiar y predecir y no la evolución de las fracciones de la población que son y que serán probablemente por mucho tiempo inaccesibles a los pescadores. Es por lo cual en dinámica de poblaciones sometidas a la pesca, los modelos matemáticos no se aplican más que a las fracciones de la población explotadas tal y como ellas están representadas en las capturas comerciales, aún cuando no consistan más que de una muestra fuertemente sesgada de la población total.

En el caso del estudio de la dinámica poblacional de un stock explotado, la relación stock-reclutamiento es uno de los problemas más difíciles de resolver, y a pesar de que se han propuesto varias teorías y diversos modelos matemáticos para tratar de explicar esta relación, hay que reconocer que pocos ejemplos concretos los han confirmado (Fontana y Pianet, 1973).

En el medio tropical, es frecuente que el reclutamiento no sea constante, ya que las variaciones hidroclimáticas provocan, directa o indirectamente, variaciones en los fenómenos biológicos que están relacionados, por lo que frecuentemente las diversas intensidades de desove no tienen una relación muy directa con el reclutamiento pesquero futuro.

LITERATURA CITADA

- BRIONES, P., E. LOZANO, F. COLINAS Y F. NEGRETE, 1988. Biología y dinámica poblacional de las langostas del Caribe Mexicano. Informe final proyecto Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México/Consejo Nal. Cienc. y Tecol., Clave PCECBNA-021927. 231 p.
- CHITTLEBOROUGH, R.G., 1970. Studies on Recruitment in the Western Australian Rock Lobster *Panulirus longipes cygnus* George: Density and Natural Mortality of Juveniles. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 21: 131-148.
- FONTANA, A., 1981. Milieu Marin et Ressources Halieutiques de la République Populaire du Congo. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, 138.
- FONTANA, A. y R. PLANET, 1973. Biologie des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) des Côtes du Congo au Gabon. *Doc. Sci. Centre Pointe-Noire ORSTOM (nouv. sér.)* 31: 38 p.
- 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.
- RAMÍREZ ESTEVEZ, A., A. QUIJANO FERNÁNDEZ y R. CRUZ SANTABALBINA, 1987. Notas sobre la Fecundidad de la Langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille). *VII Congreso Nacional de Oceanografía, 27-31 de Julio de 1987, Ensenada, B.C.*

ANÁLISIS PRELIMINAR DE UNA SERIE DE TIEMPO DE LA CAPTURA Y SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DE LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA *Panulirus argus* (Latreille 1804) EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO, MÉXICO

Leopoldo Zenil Hidalgo*

RESUMEN

El presente trabajo es un análisis preliminar de suavizamiento exponencial practicado a la serie de tiempo de la captura total de la pesca de la langosta *Panulirus argus* (Latreille 1804) en Isla Holbox, Q. R., durante las temporadas de captura 1981 a 1986. Igualmente, se realiza un análisis de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y esfuerzo pesquero en cuatro temporadas de captura. Los resultados indican que el suavizamiento se comporta siguiendo el patrón de la serie de tiempo, lo cual nos da idea de que las capturas del futuro aún son muy variables y no siguen un patrón de comportamiento definido. De los resultados del análisis de la CPUE y el esfuerzo, se notan las tendencias que ha seguido cada una de estas variables en las diferentes temporadas estudiadas.

ABSTRACT

The present work is a preliminary analysis of the exponential smoothness practiced to the time series data of the total catch of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille 1804) in Holbox Island, Q.R., during the fishing seasons 1981 to 1986. An analysis of the catch per unit effort (CPUE) and the fishing effort for four fishing seasons is also made. The results indicate that the smoothness behaves accordingly to the time series pattern, which would mean that the future captures will still be very variable and would not follow any clear pattern. The tendency of the CPUE and the fishing effort in the different fishing seasons is established.

INTRODUCCIÓN

En el Caribe mexicano, la pesquería de la langosta de la especie *Panulirus argus* (Latreille, 1804), constituye la principal actividad pesquera de la región, tanto por el número de pescadores involucrados 71.1 % del total de la región, (Fuentes, 1986), como por su valor económico.

Históricamente, Holbox ha sido localidad pesquera desde la época de la civilización maya. Alrededor de 1840 se desarrolló intensamente la pesca de la tortuga (César y Arnaiz, 1985). Posteriormente ésta vendría a ser desplazada por la de tiburón, que alcanza su auge alrededor de los años cuarentas. En la actualidad el pueblo, por tradición, se sigue considerando tiburonero, aunque la mayoría se dedica a la pesca de la langosta.

*Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A. C. (CIQRO). Apartado Postal 424, Chetumal, Q. R., 77000, México.

La pesca de la langosta en la isla fue una actividad local de subsistencia hasta comienzos de los años cincuentas debido, sobre todo, a la casi total incomunicación con el resto del país, así como a su escasa población y su nulo desarrollo tecnológico y comercial. En los años sesentas, se crea en la isla la primera Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera lo cual impulsa a esta pesquería. Actualmente en Holbox, la población es estable demográficamente y en auge económico, esto debido a la explotación del recurso y a la diversificación de la pesca, ya que no sólo es un pueblo langostero sino también escamero capturándose especies como: la sierra (*Scomberomorus maculatus*), peto o carito (*Scomberomorus cavalla*) y boñito (*Euthynnus alleteratus*).

Su área de captura delimita al Oeste con Yucatán, al Norte con la isobata de las 12 brazas y al Sur sólo se les permite llegar a Contoy durante la época de *recalón* (movimiento masivo de langosta).

En cuanto a las artes de pesca empleados en la captura de langosta en Holbox, éstas comprenden desde el buceo a pulmón hasta el denominado "Hookah" (buceo con compresora), actividad que se ve favorecida por la amplitud de la plataforma continental. En 1986, se introdujo el uso de redes langosteras en época de *recalón*.

Debido a la importancia que representa el recurso langosta para Isla Holbox, es necesario sentar las bases de estudio para conocer el grado de desarrollo que tiene esta pesquería en la isla, por ello se ha planteado el presente trabajo. Este estudio fue realizado bajo el auspicio de la Estación de Investigaciones Pesqueras de Isla Mujeres del Instituto Nacional de la Pesca.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizaron los siguientes datos:

A) Captura total mensual de Isla Holbox correspondientes a 5 años, 1981 a 1986, reportados en la oficina de la Secretaría de Pesca ubicada en la propia isla.

B) Captura y esfuerzo pesquero (medido por número de viajes/embarcación/mes), de las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP), localizadas en la isla. De la SCPP "Pescadores de Isla Holbox", fundada hace 22 años, se obtuvieron los datos por día de la temporada 1986-1987, únicos datos con los que contaba dicha Sociedad Cooperativa. De la SCPP "Vanguardia del Mar" (fundada en 1982), se obtuvieron los datos de captura diaria y del esfuerzo de las temporadas de captura de los años 1982 a 1986.

Se utilizó el método de Series de Tiempo considerado como un método cuantitativo de predicción (Makidrakis *et. al.*, 1983). Su uso requiere de al menos una variable que pueda ser cuantificada (en este caso serán las capturas totales de Isla Holbox). Una serie de tiempo es una secuencia de observaciones usualmente ordenada en el tiempo a períodos o intervalos iguales (Bazigos, 1983). La forma más conveniente de entender el comportamiento de la serie es graficarla, lo cual permite visualizar cómo se ha comportado históricamente el proceso (Hoff, 1983; Makidrakis, *et. al.*, 1983, y González, 1986).

El análisis de una serie de tiempo se asocia con la idea de pronóstico y existen para ello muchas técnicas; una de ellas es la del suavizamiento exponencial. A través de estos métodos se hace posible observar tendencias; además, dependiendo de la información, es posible llegar a pronosticar eventos a corto plazo, bajo

la suposición de que el futuro es un reflejo del pasado y que por lo tanto las tendencias y los ciclos del pasado continuarán en el futuro (Mendenhall y Reinmuth, 1981). El suavizamiento basa su análisis en el peso (influencia), que va teniendo cada uno de los datos. El suavizamiento exponencial confiere un peso desigual a los datos del pasado (Makidrakis, *et. al.*, 1983), el peso decrece de una manera exponencial del dato más reciente al más distante. Esto significa que la correlación entre t (tiempo) y algún punto anterior, usualmente decrece conforme damos marcha atrás en el tiempo.

En esta técnica, el peso para cada valor, está representado por un parámetro denominado Coeficiente de suavizamiento. Este indica qué tanto de los datos del pasado tienen importancia en el comportamiento del futuro. Entre más cerca esté el valor a 1 significa que son menos los datos que tienen influencia sobre el dato actual (Bazigos, 1983; Makidrakis, *et. al.*, 1983).

Los pasos que se siguieron en el tratamiento de los datos fueron los siguientes:

Primer paso. Completar la serie de tiempo, lo cual se realizó por medio de la ecuación de Promedios Móviles (PM).

$$C_{t+1} = 1/t \sum C_i \quad (1)$$

Donde C_{t+1} = Es la captura al tiempo $t+1$ y C_i = Captura en el tiempo i .

Segundo paso. Se calculó el valor de arranque (básico para iniciar el suavizamiento de los datos). Esto se realizó por medio de la ecuación:

$$C_{t_0-1} = 1/5 C_{t_0} + C_{t_1} + C_{t_2} + C_{t_3} + C_{t_4} \quad (2)$$

Tercer paso. Se tomaron los datos mensuales desde el final de la temporada 1980-1981 y los datos de la temporada 1981-1982 y con éstos se realizó el cálculo del valor de α (coeficiente de suavizamiento). Al obtener este valor se puede proceder al cálculo de las capturas (C_t), mediante las siguientes ecuaciones:

$$C_t = C_{t-1} + (1-\alpha) C_{t-1} \quad (3)$$

$$C_t = C_{t-2} + (1-\alpha) C_{t-2} - (1-\alpha) C_{t-1} \quad (4)$$

Obtenido el cálculo hasta 1982, se anexaron los valores de la temporada 1982-1983, para así volver a calcular y rectificar en caso de ser necesario. Este procedimiento se continuó hasta obtener el mes de diciembre de la temporada 1986-1987.

Cuarto paso. Para comprobar la efectividad que tiene el método de suavizamiento, se utilizó el estadístico Porcentaje de Error (Makridakis, et. al., 1983), mediante la ecuación:

$$PE = Ct \cdot Ct(100) \quad (5)$$

El porcentaje Medio de Error (PME).

$$P.M.E. = \frac{P.E.}{n} \quad (6)$$

y el porcentaje Medio de Error Absoluto

$$P.M.E.A = \frac{P.E}{\text{--}} \quad (7)$$

Para mayores detalles de este método, ver Makridakis, et. al., (1983), Bazigos (1983), González (1986).

RESULTADOS

Al graficar los datos de captura total mensual de Isla Holbox, se obtuvo la serie de tiempo (Fig.1), en la cual se puede observar que las capturas en el tiempo considerado no fluctúan alrededor de un valor medio. También se observa que en estos años existe una ligera tendencia ascendente de la captura. El aumento de la captura mensual es notorio a partir de las temporadas 1984-1985 y lo es también en la temporada 1986-1987, particularmente en el mes de diciembre de 1986. También es notorio que a lo largo de los meses de la temporada existe una gran variabilidad de captura.

Después de estimar por medio de ecuaciones de promedios móviles los valores de captura (C_t) que correspondieran a algunos meses faltantes para completar la serie de tiempo y calcular el suavizamiento exponencial, bajo el

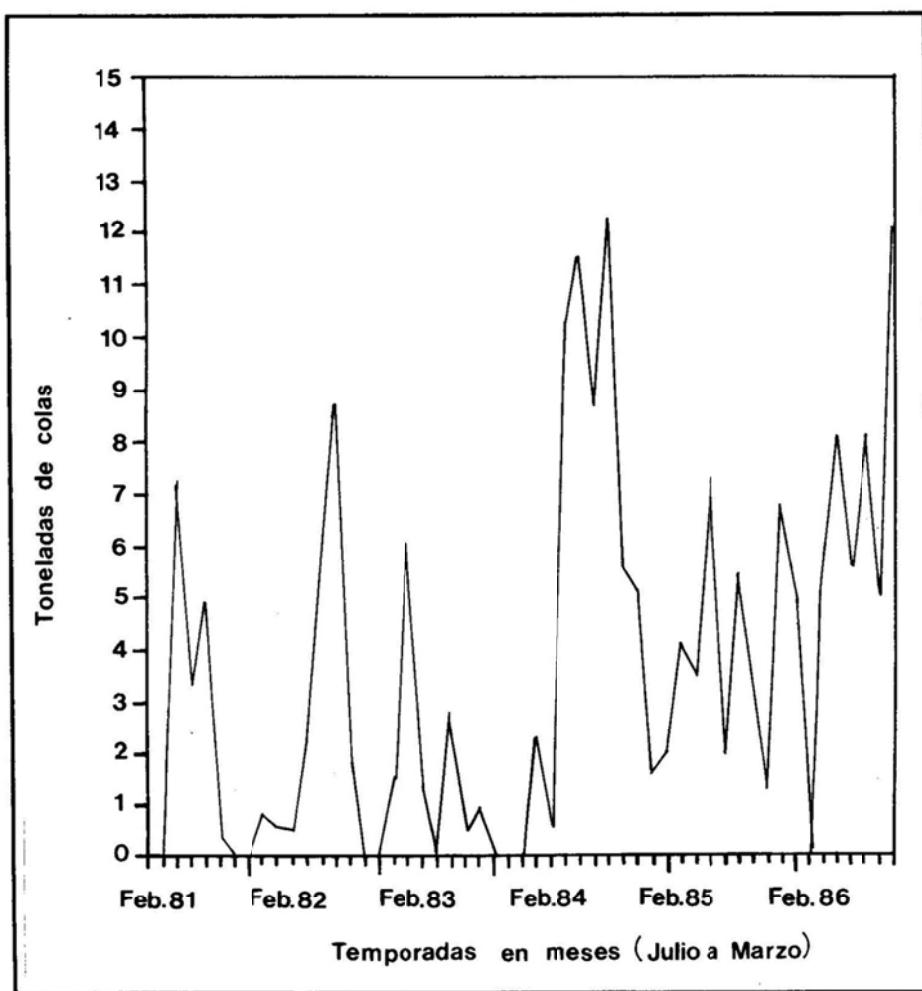


Figura 1. Serie de tiempo de la captura de langosta (en toneladas de cola) de Isla Holbox, Quintana Roo, de 1981 a 1986.

supuesto que durante los meses calculados se mantienen las condiciones de pesca, se pudo observar que no presentaron gran variabilidad con respecto al último dato (anterior al calculado) de captura colectado (Fig.2). El valor que presentó el coeficiente de suavizamiento durante todo el proceso de suavizamiento fue de 0.999. Este valor afecta el cálculo de valores durante todo el periodo, con lo cual el suavizamiento realizado a la serie de tiempo, tomó valores muy semejantes a los originales (Fig. 2), tanto que el índice de porcentaje de error medio y el porcentaje medio de error absoluto fue de solo 2%, con lo cual se puede decir que el 98% de los datos de suavizamiento representaron el comportamiento de los datos originales.

Al analizar el comportamiento de los datos gráficos de la CPUE a través de cuatro temporadas de captura (Fig.3), se distingue que tiende a disminuir en el tiempo, con fluctuaciones durante los meses de cada temporada: se observa que al principio de cada temporada la CPUE (índice de abundancia), se encuentra alrededor de un mismo valor. Además se observa la tendencia general de la CPUE en las cuatro temporadas a disminuir en el mes de agosto y a aumentar para los meses de noviembre y diciembre.

El esfuerzo pesquero (Fig. 4) ha aumentado a lo largo del periodo estudiado, pero dentro de cada temporada

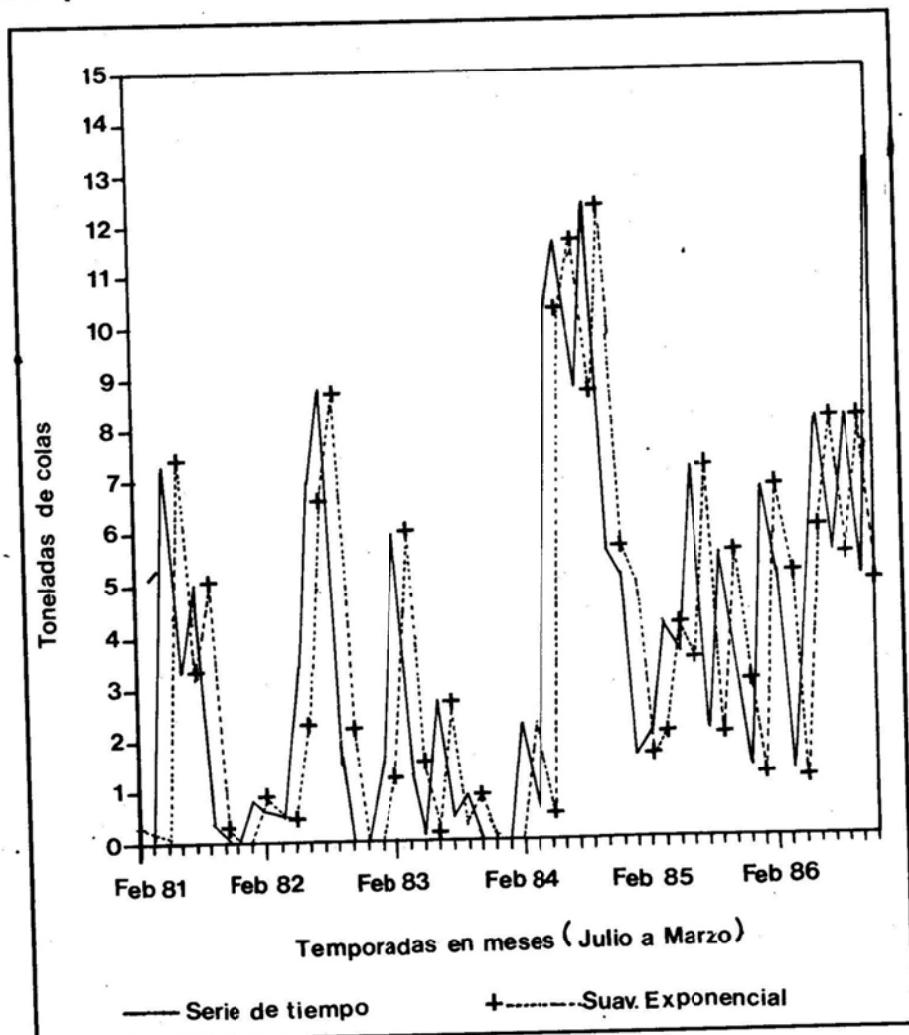


Figura 2. Suavizamiento exponencial de la serie de tiempo de la captura de langosta (en toneladas de cola) en Isla Holbox, de 1981 a 1986.

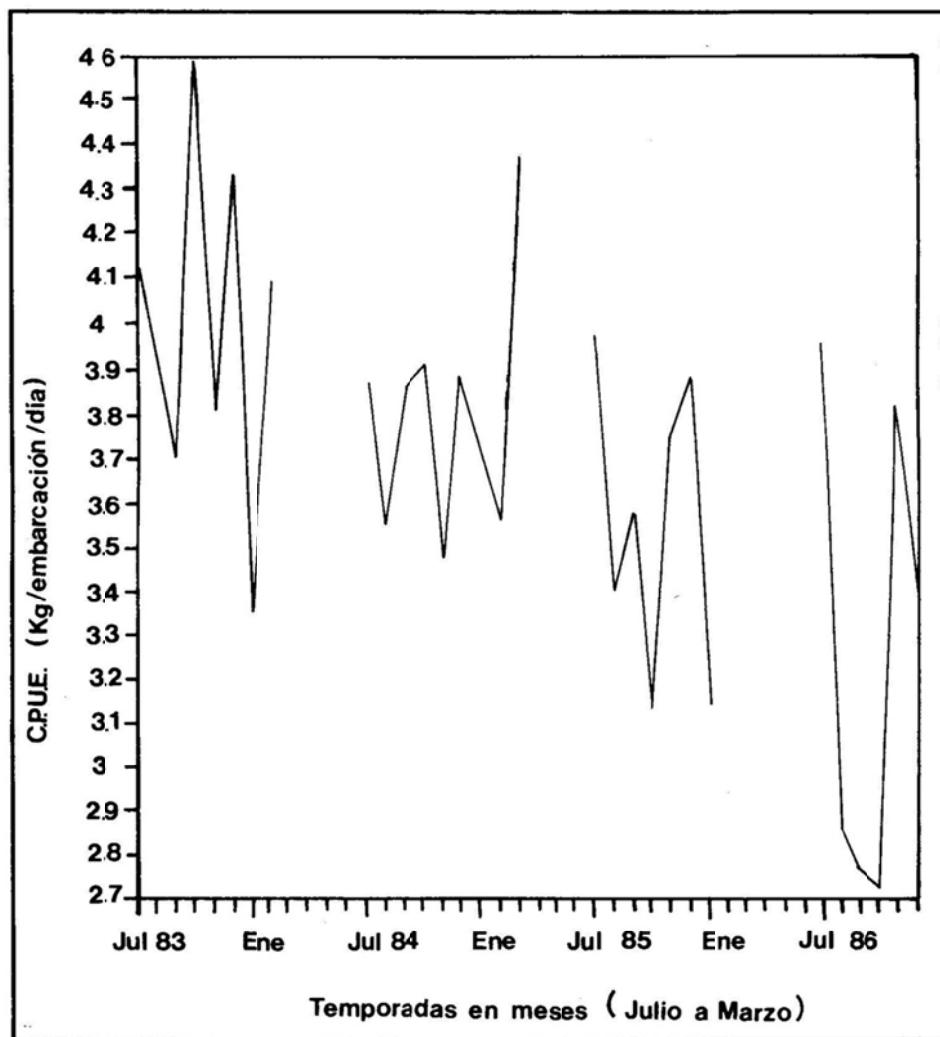


Figura 3. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Kg/embarcación/día) en Isla Holbox durante las temporadas de pesca 1982 a 1986.

tiende a disminuir después de agosto que es en realidad el primer mes efectivo de pesca (la temporada comienza el 15 de julio y finaliza el 15 de marzo).

Al relacionar la CPUE y el esfuerzo y analizarlas juntas se puede distinguir que el aumento del esfuerzo de pesca en el mes de agosto es contrario a la disminución de la CPUE. Durante el mes de noviembre en cada temporada la CPUE aumenta, aunque el esfuerzo (f), disminuye, esto es observable en las tres primeras temporadas.

DISCUSIÓN

Las fluctuaciones mensuales de la captura de la langosta *Panulirus argus* en Isla Holbox de los años

1981 a 1986 (Fig.1), pueden ser originados por factores aún no bien estudiados en la zona tales como: a) la migración que puede variar entre las temporadas pudiendo presentarse diferentes niveles de intensidad en el tiempo, b) la variación de reclutas desde zona de crianza a las zonas de pesca (relación stock-reclutamiento). También existen factores abióticos tales como los climatológicos, que afecta indirectamente a los pescadores, los días festivos (que no pesca), y otros que puedan influir en dicha fluctuaciones.

Para explicar la elevada captura alcanzada en el mes de diciembre de 1986, se puede argumentar la introducción de redes de pesca a la zona.

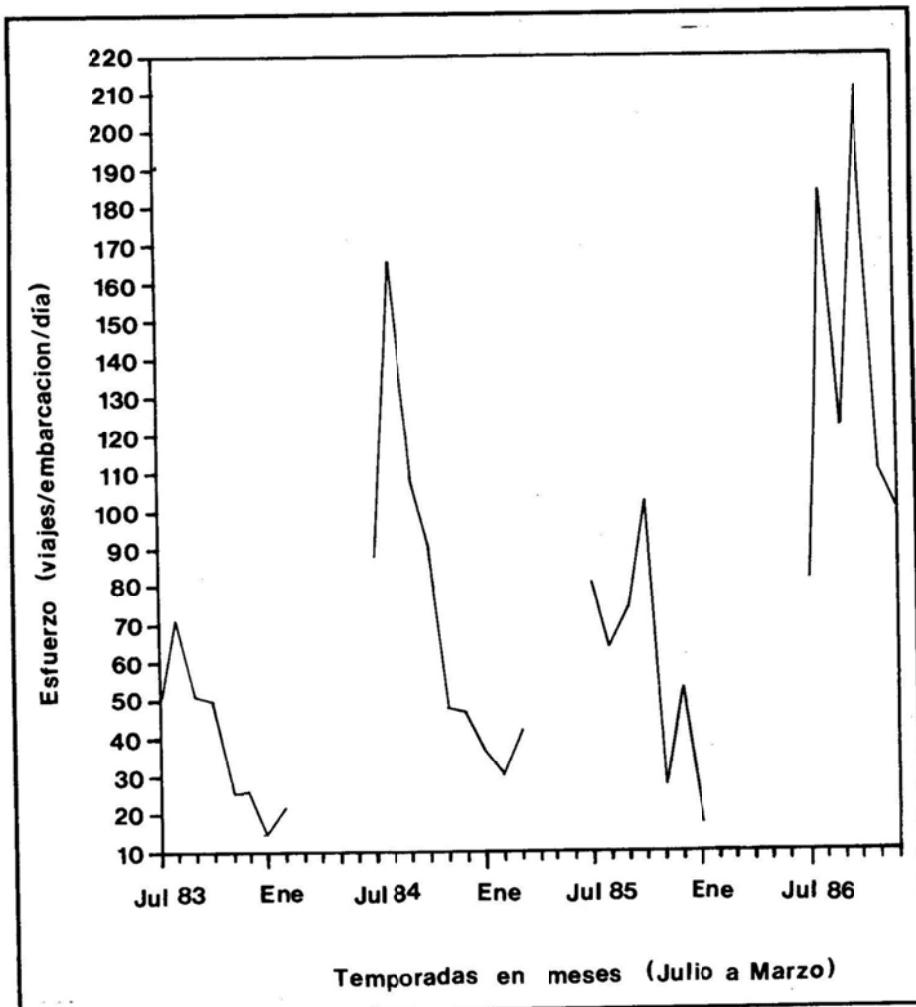


Figura 4. Esfuerzo pesquero (Viajes/embarcación/día) en Isla Holbox durante las temporadas de pesca 1982 a 1986.

Cuando se analizan los resultados del suavizamiento exponencial obtenidos (Fig. 2), se puede decir que el seguimiento de los datos originales podría deberse al efecto que causa el valor del coeficiente de suavizamiento durante el proceso (0.999). Este valor, indica que la captura de Isla Holbox no depende de aquellas capturas que se han realizado en el pasado distante; sino por el contrario, solo depende de capturas muy recientes, con lo cual se puede llegar a pensar que la variabilidad de captura que puede existir de un mes a otro puede llegar a ser muy alta. Esto sugiere, que el pronóstico de valores a largo plazo con la técnica del suavizamiento exponencial, no sería adecuado para la pesquería de langosta en Isla Holbox, ya que este pronóstico solo se basa en el valor anterior.

El descenso continuo en la CPUE en Isla Holbox podría deberse a: 1) el aumento en el esfuerzo pesquero en la isla; 2) el área de pesca no ha aumentado en los últimos años, o 3) un descenso natural en la abundancia del recurso. Fuentes (1986) reportó un descenso similar en los valores de CPUE entre 1980 y 1984 en Isla Mujeres, el área de pesca más importante de la zona norte de Quintana Roo.

La Temporada de captura 1986-1987, merece especial atención ya que en ésta se dan sucesos que podrían modificar la tendencia anteriormente mencionada. En esta temporada la CPUE presenta su valor más bajo en octubre y en contraposición el esfuerzo tiene su valor más alto en el mismo mes. Este fenómeno se explica además de lo ya mencionado anteriormente

por la introducción de un nuevo arte de pesca dentro del área (redes langosteras) en octubre. Estas redes son las que dan al mes de diciembre la captura más alta lograda en Holbox de 14 toneladas (Fig. 1). Por último se puede decir que en años venideros podrá corroborarse si la introducción de redes puede impulsar la captura y con esto modificar la tendencia de la CPUE.

CONCLUSIONES

La pesquería de la langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille, 1804), en Isla Holbox aún se encuentra en una etapa de crecimiento. La captura total mensual que se ha registrado en Isla Holbox ha ido aumentando hasta alcanzar en diciembre de 1986 las 14 toneladas de "cola". El esfuerzo denota también una tendencia ascendente en el tiempo, a pesar de que no todos los pescadores se dedican a este recurso. Sin embargo, el aumento observado tanto en esfuerzo como en la captura total mensual se debe en gran medida al impulso generado por la introducción de redes langosteras durante la temporada 1986- 1987.

LITERATURA CITADA

- BAZIGOS, G. P. 1983. Analysis of Univariate Fisheries Statical Time Series. FAO, WECAF. 120 p.
- CÉSAR D., A. y ARNAIZ, S. M. 1985. *El Caribe Mexicano: Hombres e Historias*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Cuadernos de la Casa Chata.
- FUENTES C., D.F. 1986. Estado del conocimiento biológico-pesquero de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano. Ejercicio Predoctoral. Esc. Nac. Cienc. Biol. I. P. N., México. 90 p.
- GONZÁLEZ C., J. M. 1986. Variabilidad y predictibilidad de las capacidades de sostén y su influencia en las abundancias poblacionales de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), de las zonas históricas de producción pesquera del océano del Pacífico Oriental, a través del análisis de Series de Tiempo. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 90 p.
- HOFF, J. C. 1983. *A practical guide to Box and Jenkins forecasting*. Lifetime Learning Publications.
- MAKIDRAKIS, S., WHEELWRIGHT, S. C. y McGEE, E. 1983. *Forecasting Methods and Applications*. 2 ed. John Wiley & Sons. New York. 923 p.
- MENDENHALL, W. y REINMUTH, R.E. 1981. *Estadística para la Administración y Economía*. Wadsworth Internacional Iberoamericana. 707 p.

MARCO TEÓRICO PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA (*Panulirus argus*) DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

Juan Carlos Seijo Gutiérrez. *
Silvia Salas Márquez *
Patricia Arceo Briseño **

RESUMEN

En este trabajo se presenta un marco conceptual para la elaboración de un plan de manejo de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) de Golfo de México y Mar Caribe. Se analizan los principales componentes de un plan de manejo, las posibles estrategias de administración de la pesquería y los instrumentos de regulación correspondientes. Con el objeto de conducir el análisis bioeconómico dinámico de diversas estrategias de manejo del recurso, se discuten aspectos de la dinámica de la estructura de la población y de las funciones captura-esfuerzo de los diferentes puertos langosteros de la Península de Yucatán.

ABSTRACT

This paper discusses a conceptual framework to develop a management plan for the spiny lobster (*Panulirus argus*) fishery of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. The main components of the plan are presented with the corresponding management strategies and regulatory instruments. The dynamics of the population structure and catch-effort production functions for different fishing gears are discussed in order to conduct dynamic bioeconomic analysis of alternative management strategies.

INTRODUCCIÓN

Las características inherentes a los recursos pesqueros de propiedad común (Hardin, 1973; Agrello y Donnelley, 1976), hacen necesaria la intervención del estado para aprovechar y conservar estos recursos de manera inteligente en el tiempo. La diversidad de especies, de artes de pesca y de tipos y tamaños de embarcaciones, particularmente en pesquerías tropicales introducen complejidades al proceso de administración de estos recursos renovables que hacen necesaria la integración de grupos interdisciplinarios para estudiarlas y contribuir a sostener y, de ser posible, incrementar su rendimiento en el tiempo (Caddy, 1986; Gulland y García, 1984). El manejo inteligente de los recursos vivos del mar requiere del soporte de esfuerzos de investigación orientados a determinar,

en forma dinámica, los posibles impactos resultantes de estrategias alternativas para su aprovechamiento y conservación. Es por tanto necesario, estimar la dirección y magnitud de los efectos a largo plazo que estrategias alternativas de manejo de estas pesquerías como la de langosta (*P. argus*) pueden tener en la biomasa del recurso, en la captura, en los costos y beneficios de los pescadores ribereños y los de mediana altura, en la generación de empleos directos, en la contribución de alimento de origen marino para las comunidades costeras y en la generación de divisas.

PLAN DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA (*Panulirus argus*)

Para la elaboración de un plan de manejo de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) es deseable de manera sistemática conducir el siguiente proceso (Anderson, 1983):

* Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. Apartado postal 73 CORDEMEX, Mérida, Yucatán.

** Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén, Instituto Nacional de la Pesca. Apartado postal 73, Progreso, Yucatán.

(i) Evaluar la pesquería desde los puntos de vista biológico y económico, considerando el tamaño y composición de la biomasa del recurso, de la flota y de la captura. Se hace necesario, por tanto, el conocimiento de la biología y la dinámica de la estructura de la población de este recurso. Asimismo, esta evaluación deberá estimar los flujos de costos y beneficios en el tiempo tanto de la flota artesanal como de la mecanizada, los empleos directos e indirectos y las divisas generadas.

(ii) Establecer claramente los objetivos y metas de manejo de la pesquería con base en la evaluación de la etapa (i). Estos objetivos deberán ser expresados cuantitativamente para poder evaluar posteriormente los resultados del plan.

(iii) Seleccionar la combinación apropiada de variables de interés tanto biológicas como económicas de la pesquería, y determinar las variables de control correspondientes que permitan lograr los niveles deseados en estas variables.

(iv) Determinar las estrategias alternativas de manejo y su mecanismo de implementación, para hacer operativas las variables de control establecidas en la etapa (iii).

(v) Dar seguimiento a la pesquería para observar la dirección de los impactos del plan de manejo.

(vi) Determinar si los objetivos y metas de manejo están siendo logrados, tratando de identificar los posibles factores que podrían influir para que éstos no sean alcanzados.

(vii) Reevaluar periódicamente la pesquería y los objetivos y metas establecidos para su manejo.

Para lograr los objetivos y las metas establecidas en la etapa (iii), es necesario considerar las posibles formas de intervención del Estado en la pesquería, mismas que a continuación se discuten.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA PESQUERIA

Existen cuatro formas no excluyentes de realizar el manejo doméstico de la pesquería, que son: la asignación de derechos de propiedad sobre el recurso, la regulación de la composición de la captura, la regulación del tamaño de la captura y el establecimiento de programas de extensionismo pesquero (Anderson, 1977; Pearse, 1980; Seijo, 1986).

ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD

El otorgamiento de derechos exclusivos para la explotación de este crustáceo está actualmente vigente para usuarios del recurso organizados en cooperativas de producción pesquera. Adicionalmente al fomento inherente de organizaciones colectivas voluntarias de esta estrategia de manejo pesquero, Stollery (1988) analiza los posibles impactos de su utilización como una alternativa a la limitación de entrada de nuevas embarcaciones a la pesquería. Una cooperativa que permite en forma permanente la entrada de nuevos socios y embarcaciones a la pesquería, generaría un resultado similar al del sistema de acceso abierto. Por otra parte, una cooperativa que limita la entrada de nuevas embarcaciones a la pesquería para maximizar la obtención y distribución de beneficios entre sus miembros, tendería a sobre conservar el recurso. Stollery (1988) analiza un caso intermedio en el que la cooperativa cobra una tarifa a la entrada de nuevas embarcaciones encontrando que pueden generarse resultados que son menos conservacionistas que la alternativa anterior, pero que será mayor o igual al nivel óptimo bioeconómico de explotación, dependiendo de la tasa de descuento utilizada y el precio del mercado internacional. Cabe mencionar, sin embargo, que el número de socios y embarcaciones deberá ser fijado no solamente en función de los beneficios económicos de los miembros sino tomando en consideración los niveles deseados de producción y biomasa previamente establecidos en el plan de manejo.

REGULACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CAPTURA

La regulación de la composición de la captura de langosta en términos, básicamente de tallas de los organismos capturados, ya que la captura incidental de otras especies es relativamente pequeña, puede realizarse a través de (1) controles de tipo y selectividad del arte de pesca, (2) restricciones del esfuerzo pesquero en zonas de ocurrencia de juveniles, tales como lagunas costeras y bahías, (3) establecimiento de vedas para proteger al recurso durante los períodos de reproducción y reclutamiento y (4) establecimiento de tallas mínimas de captura. Actualmente, en la pesquería de langosta del Golfo de México y Mar Caribe únicamente se utilizan los instrumentos de manejo (3) y (4).

REGULACIÓN DE LA CANTIDAD CAPTURADA

Este tipo de regulación está fundamentalmente orientada a controlar el nivel de esfuerzo pesquero. Cabe mencionar que el esfuerzo pesquero está en función de las siguientes variables (Anderson, 1977):

El número de embarcaciones pesqueras que ejercen su esfuerzo pesquero estacional sobre este recurso.

El poder de pesca (artes de pesca) por tipo de embarcación.

La distribución espacial del esfuerzo.

El tiempo efectivo de pesca.

Los principales instrumentos de regulación de la cantidad capturada son los siguientes: (1) cuotas de embarcaciones tipificadas por arte de pesca para limitar la entrada de barcos a la pesquería, (2) cuotas de captura por temporada y por localidad, (3) impuestos y subsidios, (4) establecimiento de zonas de captura, (5) cambios en la duración de la veda, y (6) restricciones en el uso de artes de pesca que capturan masivamente el recurso cuando éste se agrega para realizar sus migraciones estacionales.

PROGRAMAS DE EXTENSIONISMO

La realización de esfuerzos de extensionismo pesquero que traducen los resultados de investigación en programas de educación sobre conservación del recurso y tecnología de captura, es también una forma de intervenir para fomentar el aprovechamiento inteligente de este recurso renovable. Los instrumentos disponibles para este tipo de intervención son principalmente la elaboración de boletines técnicos para su difusión en las comunidades pesqueras y la preparación de materiales audiovisuales para ser presentados de manera clara en el seno de las comunidades langosteras.

ANÁLISIS BIOECONÓMICO DE LA PESQUERÍA

La aplicación del análisis bioeconómico, tanto estático (Gordon, 1954; Clark, 1985) como dinámico (Richardson y Gates, 1986) permite observar el posible impacto de estrategias de manejo de la pesquería de langosta *P. argus* (Cato y Prochaska, 1980; Prochaska y Williams, 1978). A continuación se presentan algunos escenarios que describen y analizan estados alternativos de la pesquería de langosta y los posibles impactos resultantes de diversas estrategias de manejo de la pesquería.

CASO 1: SUBEXPLOTACIÓN DEL RECURSO

Con este escenario, que pudiera reflejar el contexto de la pesquería de langosta en Yucatán, es de esperarse que los administradores del recurso deseen incrementar la captura para generar empleo, ingresos y divisas. Para el logro de este objetivo se podrían utilizar instrumentos

de manejo que afecten la cantidad capturada del recurso, tales como: (1) autorizar la creación de nuevas sociedades cooperativas con permiso para capturar langosta (*P. argus*), (2) otorgar subsidios en las tasas de interés sobre financiamiento para la adquisición de embarcaciones y equipos de pesca, (3) promover la introducción de tecnología de captura más eficiente a través de mejores métodos y artes de pesca.

Con la estrategia (1) el esfuerzo pesquero actual se incrementará siempre y cuando sea menor que el esfuerzo en equilibrio bioeconómico. Asumiendo esto último se puede observar que, al autorizarse nuevos permisos para la captura de langosta, el esfuerzo pesquero se incrementará hasta el punto en el que los costos promedios por Kg sean iguales al precio por Kg; es decir, hasta el punto en el que los costos totales sean iguales a los retornos totales y se alcance el equilibrio bioeconómico de la pesquería. Con la estrategia (2) la curva que se afecta directamente es la de costos promedio, ya que al subsidiar el financiamiento se reducen los costos fijos y en consecuencia esta curva se desplaza hacia la derecha del origen, intersectando a la curva de demanda (precio) en un nuevo punto que proporciona retornos netos positivos a los pescadores, haciendo que éstos incrementen su esfuerzo pesquero hasta alcanzar el nuevo punto de equilibrio bioeconómico.

Al promover la introducción de tecnología de captura más eficiente, estrategia (3), se obtienen mayores niveles de captura con el mismo número de embarcaciones y por consiguiente la curva de rendimiento se desplaza hacia el origen, induciendo mayores rendimientos con niveles menores de esfuerzo. Como consecuencia, se generan retornos netos mayores que cero y, por consiguiente, se estimulan incrementos de esfuerzo hacia el nuevo punto de equilibrio bioeconómico. Ahora bien, si la curva de costos totales interceptara a la curva de retornos totales en niveles de esfuerzo posteriores al correspondiente al máximo rendimiento sostenible, entonces el nivel de esfuerzo se contraería ya que con los mismos niveles de esfuerzo los costos totales exceden a los retornos totales.

CASO 2: EXPLOTACIÓN DEL RECURSO EN ZONAS DE ALTA INCIDENCIA DE JUVENILES

Si se presentara el escenario de un exceso de presión de pesca en bahías y lagunas costeras donde se capturan organismos menores a la primera talla de madurez sexual, será necesario aplicar instrumentos de manejo que afecten la composición de la captura.

Especificamente, para este caso se hace necesario el realizar esfuerzos mayores de vigilancia para lograr que se

respete la talla mínima de captura de la especie *P. argus* (Fuentes *et al.*, 1986), especialmente en zonas de ocurrencia de juveniles como bahías y lagunas costeras donde actualmente existen pesquerías desarrolladas.

ANÁLISIS DINÁMICO DE LA PESQUERÍA

Para poder conducir un análisis bioeconómico de los impactos de las posibles estrategias de manejo, se hace necesario modelar en el tiempo los cambios en la estructura de la población, poniendo especial cuidado en la representación matemática del reclutamiento dado que esta especie tiene largos estadios larvarios y permanece a merced de las corrientes durante varios meses (Phillips y Sastry, 1980; Herrnkind *et al.*, 1973). En consecuencia, un componente del reclutamiento no es generado por el stock desovante de la pesquería en estudio. De la misma manera, un componente de los sobrevivientes del desove, la eclosión y el largo estadio larvario generados por los desovantes de la zona de estudio se exportará a otras regiones del Atlántico Centro Occidental. Por tanto, se hace necesario identificar claramente los parámetros de la dinámica de la población en los diferentes puertos pesqueros de la región e identificar las poblaciones por métodos directos de diferenciación genética (Salas, 1988). Menzies y Kerrigan (1979) sugieren que solo aquellas larvas capturadas en remolinos (eddies) y "giros" cerca de la costa contribuyen a la repoblación de la zona en cuestión. Este podría ser el caso para la pesquería de Punta Allen, zona en que Munro (1983) reporta giros circulares de corrientes.

Para el análisis dinámico de la captura por tipo de esfuerzo pesquero de los principales puertos langosteros de la Península de Yucatán, se requiere de la estimación de funciones de producción multivariables y del tipo Cobb-Douglas (Agnello y Anderson, 1981; Hannesson, 1983), para representar adecuadamente las diferencias en el esfuerzo pesquero regional, básicamente en lo que se refiere a las artes de pesca (sombras, redes, trampas, buceo con compresor y buceo con tanques), días efectivos de pesca durante la temporada, horas efectivas de pesca por viaje y profundidad de la zona de pesca. Asimismo, se hace necesario modelar la dinámica de la flota para determinar las variaciones en el esfuerzo pesquero total intra e interanualmente. Para lo anterior, se procesa y analiza actualmente una base de datos biológicos (13053 organismos) y económicos generada por 67 embarcaciones seleccionadas aleatoriamente (tamaño de muestra para nivel de confianza del 95 %) muestreadas mensualmente a lo largo de la temporada 1987-1988. Asimismo, la incertidumbre inherente a esta pesquería, producida por cambios en variables ambientales y el comportamiento de la especie que afectan procesos fundamentales de la pesquería, como

reclutamiento y funciones de captura-esfuerzo, deberá ser incluida a través de la generación de variables aleatorias con funciones de densidad probabilística que reflejen el comportamiento de las variables antes mencionadas. Con los elementos anteriores se elaboran actualmente las extensiones al modelo SIMERO (Seijo, 1986; Seijo *et al.*, 1987; Seijo y Chappelle, 1988) para conducir experimentos de simulación bioeconómica de estrategias alternativas para el manejo de la pesquería.

LITERATURA CITADA

- AGNELLO, R.J.; L.G. ANDERSON. 1981. Production Responses for Multispecies Fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1393-1404.
- AGNELLO, R.J.; DONNELLEY. 1976. Externalities and Property Rights in the Fisheries. *Land Economics* 52(4): 518-529.
- ANDERSON, L.G. 1977. *Economics of Fisheries Management*. The John Hopkins University Press, Baltimore. 214 p.
- ANDERSON, L.G. 1983. A Preliminary Theory of Fisheries Regulation Development. *Proc. Can. Reg. Sci. Ass. Seventh Ann. Meet*, Vancouver, Canada.
- CADDY, J.F. 1986. Broad Perspectives and Approaches to Analysis of Small-Scale Fisheries Data for Fisheries Management Purposes. *General Fisheries Council for the Mediterranean. FAO, Rome*.
- CATO, J.C., J.M. PROCHASKA. 1980. Economic Management Concepts in Small-Scale Lobster Fisheries. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* 33:301-321.
- CLARK, C.W. 1985. *Bioeconomic Modelling of Fisheries Management*. John Wiley and Sons, New York. 291 p.
- FUENTES, D.; C. AGUILAR; R. RAMOS. 1986. Estado del Conocimiento Biológico-Pesquero de la Langosta *Panulirus argus*, (Latreille, 1804), en el Caribe Mexicano. Instituto Nacional de la Pesca. 44 p. (Inédito).
- GORDON, H.S. 1954. The Economics of a Common Property Resource: The Fishery. *J. Polit. Econ.* 62: 124-142.
- GULLAND, J.A.; S. GARCÍA. 1984. Observed Patterns in Multispecies Fisheries. In: R.M. May (ed), *Exploitation of Marine Communities*. Springer-Verlag, New York. 366 p.
- HANNESSON, R. 1983. Bioeconomic Production Functions in Fisheries: Theoretical and Empirical Analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 968-982.
- HARDIN, G. 1973. The Tragedy of the Commons. In: Enthoven, A.C. and Freeman III, A.M. (ed.). *Pollution, Resources and The Environment*. W.W. Norton and Co., New York. pp 1-13.

- HERRNKIND, W.; P. KANCIRUK; J. HALUSKY; R. MCLEAN. 1973. Descriptive Characterization of Mass Autumnal Migrations of Spiny Lobster. *Panulirus argus*. *Proc. Gulf. and Carib. Fish. Inst.* 26: 79-98.
- MENZIES, R.A.; J.M. Kerrigan. 1979. Implications of Spiny Lobster Recruitment Patterns in the Caribbean: A Biochemical Genetic Approach. *Proc. Gulf. and Carib. Fish Inst.* 30: 164-178.
- MUNRO, J.L. 1983. The Biology, Ecology and Bionomics of Spiny Lobsters (Palinuridae), Spider Crabs (Majidae) and Crustacean Resources. In: J.L. Munro (ed.), *Caribbean Coral Reefs Fishery Resources*. 2nd Ed. ICLARM Studies and Reviews (7): 206-218.
- PEARSE, P.H. 1980. Regulation of Fishing Effort. Rome: FAO. Fish. Tech. Pap. (197): 82p.
- PHILLIPS, B.F. y SASTRY, A.N. 1980. Larval Ecology. In: J.S. Cobb y B.F. Phillips (ed.) *The Biology and Management of Lobsters*. Vol. II. Academic Press, New York. 390 p.
- PROCHASKA F.J. y J.S. WILLIAMS. 1978. An Economic Analysis of Spiny Lobster Production by Individual Firms at Optimum Stock Levels. *South. J. Agric. Econ.*, 10(2): 93-100.
- RICHARDSON, E.J. y J.M. GATES. 1986. Economic Benefits of American Lobster Fisheries Management Regulations. *J. Mar. Resource Econ.* 2(4): 353-382.
- SALAS, M. S. 1990. Implicaciones teóricas de la diferenciación de poblaciones para estrategias de manejo. *Mem. Taller Regional sobre Manejo de la Pesq. de la Langosta. Comité Téc. Consultivo Prog. Langosta Golfo de México y Caribe. SEPESCA/UNAM*: 75-79.
- SEIJO, J.C. 1986. *Comprehensive Simulation Model of a Tropical Demersal Fishery: Red Grouper (Epinephelus morio) of the Yucatan Continental Shelf*. Ph. D. Dissertation, Michigan State University. University Microfilms International, Dissertation Abstracts International 47(12).
- SEIJO, J.C.; M. SOLÍS; G. MORALES. 1987. Simulación Bioeconómica de la Pesquería de Pulpo (*Octopus maya*) de la Plataforma Continental de Yucatán. In: E.M. Ramírez (ed.). *Memorias del seminario sobre Investigación de Biología y Oceanografía Pesquera en México*.
- SEIJO, J.C.; D. CHAPPELLE. 1988. Bio-economic Simulation of Tropical Fisheries. (Inédito)
- STOLLERY, K.R. 1988. Cooperatives as an Alternative to Regulation in Commercial Fisheries. *Mar. Resource Econ.*, 4(4): 281-304.

ANÁLISIS DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN EN LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA *Panulirus argus*

Patricia Arceo Briseño.*
Juan Carlos Seijo Gutiérrez.**

RESUMEN

La pesquería de langosta (*Panulirus argus*), en la Península de Yucatán presenta una alta diversidad en las artes de pesca. En este trabajo se presentan las diferentes alternativas que se han aplicado en algunas pesquerías para caracterizar el esfuerzo pesquero, no solo como un índice sino como una función de producción. Se discute el uso de funciones estocásticas de producción del tipo Cobb-Douglas y análisis multivariante, para representar las relaciones entre la captura y las diferentes variables que determinan el esfuerzo pesquero. Se explora el uso de análisis de Monte Carlo para representar la incertidumbre inherente en la captura por unidad de esfuerzo con diferentes artes de pesca por localidad. Se señalan las implicaciones del empleo de estas funciones para la toma de decisiones sobre el manejo de la pesquería.

ABSTRACT

This paper discusses the high diversity of fishing gears used in the spiny lobster fishery (*Panulirus argus*) of the Yucatan Peninsula. Fishing effort has been characterized not only as a coefficient but as a production function, analyzing the different input variables that determine catch rates over time. The use of stochastic Cobb-Douglas production functions and multivariate analysis to represent catch-effort relationships and their implications to management of the spiny lobster fishery are pointed out. Monte Carlo analysis is discussed as a method to deal with uncertainty in catch per unit of effort of different fishing gear present in the spiny lobster fishery.

INTRODUCCIÓN

En evaluaciones de los recursos pesqueros el aspecto del esfuerzo es fundamental, ya que aporta información sobre la abundancia de la población. Generalmente este atributo de la pesquería se presenta como un valor fijo, que es el coeficiente de capturabilidad, con base en la ecuación de Schaefer (1959):

$$Y = qEB \quad (1)$$

donde Y es la producción, E es el esfuerzo, B la biomasa del recurso y q es el coeficiente de capturabilidad.

* Centro regional de Investigaciones Pesqueras-Yucalpetén. Inst. Natl. Pesc. Apdo. Postal 73, Progreso, Yucatán.

** Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida. Apdo. Postal 73, Cidecemex, Mérida, Yucatán.

Sin embargo, muchas veces no es posible englobar en un coeficiente todas las complejidades que se presentan en relación al esfuerzo, ya que muchas veces se tienen en una pesquería diferentes tipos de embarcaciones que pescan en distintas áreas con artes de pesca diferentes. Por ello, se hace necesario la descripción matemática de los diversos factores que intervienen en el esfuerzo para caracterizar mejor a la pesquería.

En el aspecto del manejo del recurso, dado que las estrategias incluyen la regulación del tamaño de la captura mediante el control del esfuerzo, el conocimiento de los diferentes factores que influyen en el mismo hacen más accesible la comprensión de su dinámica y más fácil el análisis de los efectos de distintas políticas de manejo con el fin de realizar la regulación de forma acertada.

Una de las características de la pesquería de langosta

(*Panulirus argus*) en la Península de Yucatán es la diversidad de artes de pesca que se presentan. De esta manera, en el Estado de Yucatán se emplea principalmente el buceo con compresor de aire y una manguera, mientras que en el Estado de Quintana Roo se utilizan tanto el buceo con compresor, el buceo con tanque, las trampas y las redes en Isla Mujeres, como las llamadas "sombras" (hábitat artificial) en las Bahías Ascension y Espíritu Santo.

En este documento se presentan algunas alternativas que se han propuesto para el tratamiento del esfuerzo de pesca como una función, dadas las variables que lo conforman y las complejidades en relación a la evaluación y manejo expuestas anteriormente.

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

Tradicionalmente, al hacer las estimaciones del esfuerzo se ponderan los valores de los insumos de las diferentes embarcaciones para obtener un índice de capturabilidad de toda la flota en conjunto, ya sea para obtener la estimación de la producción de la flota como un todo o bien para obtener medidas de comparación del esfuerzo individual. Agnello y Anderson (1981) abordan el problema de la caracterización del esfuerzo con base en las observaciones individuales, tratando la eficiencia relativa del arte de pesca de manera directa, utilizando para ello una función de producción tipo Cobb-Douglas:

$$Q = DF u \quad (2)$$

en la cual Q es la captura en peso de una especie dada, DF son los días de pesca, está en función de las características de cada embarcación, mientras que (u) es un componente aleatorio que representa la variabilidad en las capturas debida a la incertidumbre inherente a las mismas. Estos autores utilizaron la función de producción en pesquerías de especies múltiples en el Atlántico Norte, analizando los resultados en cuanto a los factores antes mencionados.

Hannesson (1983), por su parte, señala que la ecuación tradicional de Schaefer tiene un carácter restrictivo y emplea la función de producción del tipo Cobb-Douglas para el análisis de algunas pesquerías noruegas, tomando en cuenta factores de producción como la mano de obra, el capital y la abundancia del recurso.

Por otra parte, en un análisis de la pesquería de arrastre de Nueva Inglaterra, Squires (1987) construye un índice superlativo de esfuerzo a través de una función translogarítmica, en la que considera al esfuerzo como un índice de agregación de los factores de la producción individuales.

Este índice incluye los días de pesca de la tripulación, las toneladas de captura por día de viaje, el consumo de energía y algunas variables que representan los diferentes años considerados.

APLICACIONES DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN EN PESQUERIAS DE LANGOSTA

Una de las pesquerías de langosta (*P. argus*) más importantes a nivel mundial es la que se lleva a cabo en Florida, EUA. Prochaska y Williams (1978), considerando que la producción pesquera es producto de la actividad de pescadores individuales, desarrollan una función de producción de tipo Cobb-Douglas para analizar el cambio de los retornos en la pesquería en respuesta a cambios en el nivel del esfuerzo de pesca. Para su modelo, estos autores toman en cuenta los desembarcos por pescador (variable dependiente), el número de trampas por pescador, la proporción de trampas levantadas por semana, el número de semanas de pesca, el tamaño de la embarcación y algunas variables que representan las diferentes áreas de pesca. Además, con base en esta función estiman los productos marginales de cada insumo y su efecto en la captura por trampa. Posteriormente, Prochaska y Cato (1980), construyen un modelo más general de la pesquería de langosta de Monroe County, Florida, para caracterizar la producción de langosta con base en el número de trampas por pescador, el número total de pescadores y la temperatura del agua, la cual consideran que refleja las condiciones ambientales que afectan a la población de langosta.

Otra de las pesquerías de langosta más importantes a nivel mundial es la australiana, siendo *Jasus novaehollandiae* la especie que se pesca en la parte sur del país. Ya que se ha reconocido que económicamente está sobreexplotada, Staniford (1988) utiliza el análisis multivariado para observar el efecto que tendrían diferentes insumos en esta pesquería. En este caso, los insumos que se tomaron en cuenta fueron el precio de la langosta, la abundancia del recurso (medida como captura por unidad de esfuerzo) y el empleo de diferentes temporadas de veda como políticas de manejo.

LA INCERTIDUMBRE EN LAS PESQUERÍAS Y EL ANÁLISIS DE MONTE CARLO

En muchas ocasiones, al tratar de caracterizar una pesquería, aún tomando en cuenta todas las diferentes variables que en ella intervienen existe una parte del comportamiento del sistema que no es explicada por ellas, ya que la incertidumbre es una de las características inherentes a los recursos pesqueros, debido a variables aleatorias intrínsecas y errores en las evaluaciones de los parámetros del mismo. En este caso una herramienta muy

útil es el análisis de Monte Carlo; mediante el cual se generan variables aleatorias con funciones de densidad probabilística que ajustan mejor la distribución de los datos obtenidos por muestreo para el parámetro en cuestión, utilizando su varianza. Asimismo, se estiman los diferentes estadísticos y el intervalo de confianza de la media para un nivel dado de significancia (Hammersley y Handscomb, 1964; Seijo, 1986).

LA UTILIZACIÓN DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN PARA EL MANEJO DEL RECURSO

Además de caracterizar a la pesquería, las funciones de producción son útiles en el proceso del manejo de los recursos ya que mediante su empleo se puede ver con mayor claridad cuáles son los factores que determinan el comportamiento de las capturas y cuáles de ellos ejercen mayor influencia, con la finalidad de decidir las mejores políticas de manejo a seguir.

En el caso del Atlántico Norte, Agnello y Anderson (1981), señalan que la regulación de las pesquerías con base en cuotas a los pescadores es difícil de llevar a cabo sin un conocimiento de los efectos efectivos de pesca de los diferentes tipos de embarcaciones y que, en este caso, las funciones de producción facilitan el desarrollo de programas de regulación al describir con mayor claridad el comportamiento de las variables del sistema.

En cuanto a la langosta, tanto Prochaska y Williams (1978) como Prochaska y Cato (1980) coinciden en que el esfuerzo no debe ser considerado como una sola unidad, sino que está compuesto a su vez por unidades individuales; señalan también que el tomarlo como un índice limita la información necesaria para un análisis integral de las diferentes alternativas de manejo y sus efectos. Un ejemplo muy claro es el que presenta Staniford (1988) en la pesquería de langosta del sur de Australia, al incluir como variables de la función de producción las duraciones de las temporadas de veda.

USO DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN PARA LA PESQUERIA DE LANGOSTA DE YUCATÁN Y QUINTANA ROO

Dada la diversidad de las artes de pesca que se presentan en la región, se consideró la utilidad de analizar las diferentes variables que influyen en las capturas de cada uno de las artes, construyendo las respectivas funciones de producción para cada caso, generando así información que pueda ser útil en la toma de decisiones del manejo del recurso.

En estas funciones se podrían encontrar datos interesantes debido a las características de la operación de cada una de las diferentes artes de pesca. Por ejemplo, cabría esperar altos valores de los coeficientes de determinación en el caso de las artes de pesca fijos, ya que la acción de estas artes es menos dependiente de factores ambientales, siendo tal vez más susceptibles a la distribución del recurso. Peacock (1974) reporta que en el caso de la pesquería con trampas en Antigua y Barbuda, el reclutamiento de las langostas a la pesquería está dado por la inmigración de las langostas a la zona de pesca. Asimismo, Herrnkind *et al* (1973) señalan que los pescadores muchas veces aprovechan las migraciones de las langostas para incrementar sus capturas; tal sería el caso del empleo de redes en Isla Mujeres que se observa solo en determinadas épocas del año. En cuanto a la Bahía de la Ascensión, es interesante la relación que pueda existir entre los valores encontrados para los coeficientes de profundidad y los movimientos de la langosta en la zona de pesca. Por ello es necesario un análisis más completo de estas relaciones y su impacto tanto en la pesquería como en la biomasa del recurso.

En relación al buceo con compresor o con tanque, podría existir mayor incertidumbre en cuanto a las capturas que se obtienen mediante estos artes dado que los factores ambientales, además de influir en la distribución del recurso, afectan a los pescadores que se dedican a esta actividad, ya que la baja temperatura del agua o la turbiedad de la misma provocan que su eficiencia se vea afectada. Fuentes (1988) hace la comparación entre la efectividad de la pesca de langosta con nasas y mediante buceo.

Los resultados obtenidos mediante el empleo del análisis multivariado ayudan a evaluar la manera en que los diferentes aspectos del esfuerzo actúan sobre el recurso. Las ecuaciones resultantes permiten ser integradas a modelos dinámicos incorporándoles la disponibilidad relativa del recurso, para observar el impacto que diferentes instrumentos de manejo tienen sobre el esfuerzo pesquero y las capturas correspondientes de los puertos de la Península de Yucatán. Asimismo, con la composición de la captura por tallas en cada puerto, se puede determinar el impacto en la estructura de la población. El siguiente paso es caracterizar el comportamiento de los factores tanto ambientales como del recurso en la región de estudio con el fin de hacer las recomendaciones pertinentes para el manejo de la pesquería.

LITERATURA CITADA

- AGNELLO, R. J. and I. G. ANDERSON. 1981. Production Responses for Multi-species Fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38:1393- 1404.

- FUENTES C., D. 1988. Avances de un Análisis Comparativo de la Pesca de Langosta con Trampas y por Buceo en el Caribe Mexicano. *Bol. Comité Tec. Consult. Prog. Langosta del Golfo Méx. y Carib.*, 1:9-11
- HAMMERSLEY, J. M. and D. C. HANDSCOMB. 1964. *Monte Carlo Methods*. Barnes and Noble, Inc., New York. 178 p.
- HANNESSON, R. 1983. Bioeconomic Production Functions in Fisheries: Theoretical and Empirical Analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40:968-982.
- HERRNKIND, W., P KANCIRUK, J. HALUSKY and R. MCLEAN. 1973. Descriptive Characterization of Mass Autumnal Migrations of Spiny Lobster, *Panulirus argus*. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.*, 25:79-98.
- PEACOCK, A. N. 1974. A Study of the Spiny Lobster of Antigua and Barbuda. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.*, 26:117-129.
- PROCHASKA, F. J. and J. C. CATO. 1980. Economic Consideration in the Management of the Florida Spiny Lobster Fishery. *Fisheries*, 5(4):53-56.
- PROCHASKA F. J. and J. S. WILLIAMS. 1978. An Economic Analysis of Spiny Lobster Production by Individual Firms at Optimum Stock Levels. *Southern Journal of Agricultural Economics*. Dec. 1978: 93-100.
- SCHAFFER, M. B. 1959. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission* 1:27-56.
- SEIJC, J. C. 1986. Comprehensive Simulation Model of a Tropical Demersal Fishery: Red Grouper (*Epinephelus morio*) of the Yucatan Continental Shelf. Ph. D. Dissertation, Michigan State University. University Microfilm International, Dissertation Abstracts International 47(12).
- SQUIRES, D. 1987. Fishing Effort: Its Testing, Specification, and Internal Structure in Fisheries Economics and Management. *J. Environ. Econ. Management*, 14:268-282.
- STANIFORD, A. 1988. The Effects of the Pot Reduction in the South Australian Southern Zone Rock Lobster Fishery. *Mar. Resources Econ.*, 4:271-288.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN YUCATÁN

Dilio Fuentes Castellanos *
Patricia Arceo Briseño *
Silvia Salas Márquez **

RESUMEN

Se presentan los resultados de un primer análisis de la pesquería de langosta en el Estado de Yucatán comparándolos con algunos aspectos, con la del área de Isla Mujeres, Q. R., que es la más desarrollada y estudiada de la región. Se dan datos generales de la pesquería (áreas y tecnología de captura, régimen de operación y comportamiento de las capturas) y otros del recurso (frecuencia de tallas, sexos y de hembras reproductoras) como base para definir épocas de reclutamiento y desove. Se hacen algunas proposiciones preliminares para la administración de la pesquería.

ABSTRACT

This report contains some results of an initial analysis of the spiny lobster fishery off the state of Yucatán, which is compared with that of Isla Mujeres area, considered the most developed and studied one in this region. It includes a general description of the fishery (catches, fishing areas, gear, and regime), as well as biological data (sizes, sex ratio, maturing females) and its relationship with recruitment and reproduction seasons. Some preliminary proposals on lobster fishery management in Yucatán are given.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco general de la actividad pesquera de la Península de Yucatán, la pesquería de langosta reviste particular importancia, por su papel como generadora de ocupación y empleo, bienestar social y divisas, así como por sus posibilidades de crecer en corto plazo. En el Estado de Yucatán esta pesquería se encuentra todavía en etapa de desarrollo. En 1987 la captura total del estado fue de 26,280 t, de las cuales el 34.9% corresponden a mero, 26.3% a pulpo, 9.8% a huachinango, 7.2% a tiburón-cazón, 5.7% a la pesquería de chinchorro, 3.6% a la de carito-sierra y 2.1% a la de langosta, ocupando así el séptimo lugar de las capturas, con 550 toneladas.

* Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén. INP. Pesca. Apartado Postal 73. Progreso 97320, Yucatán México.

** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Mérida, Apartado postal 73 CORDEMEX. Mérida, Yucatán, México.

Las investigaciones sobre el recurso y su pesquería han tenido lugar principalmente en el Caribe mexicano desde hace unos 30 años y con más regularidad en los últimos cinco (Fuentes, 1986). En Yucatán se empezaron en 1986 y el análisis de la información obtenida apenas se ha iniciado, de manera que este documento recoge solamente algunos aspectos preliminares. Con fines comparativos se incluyen datos de la pesquería en el área de Isla Mujeres, Q. R., por ser la más estudiada de la región y porque el ella se incide ampliamente en todas las fases bentónicas del ciclo de vida de la especie principal, *Panulirus argus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la elaboración de este trabajo se utilizaron los registros oficiales de captura (peso vivo) del Estado de Yucatán durante el período 1978-1988 y de Isla Mujeres de 1961 a 1986, para caracterizar el desarrollo de la pesquería en esas áreas. Los datos biológicos provienen de los muestrazos mensuales de la captura comercial, de 1982 a 1986 en Isla

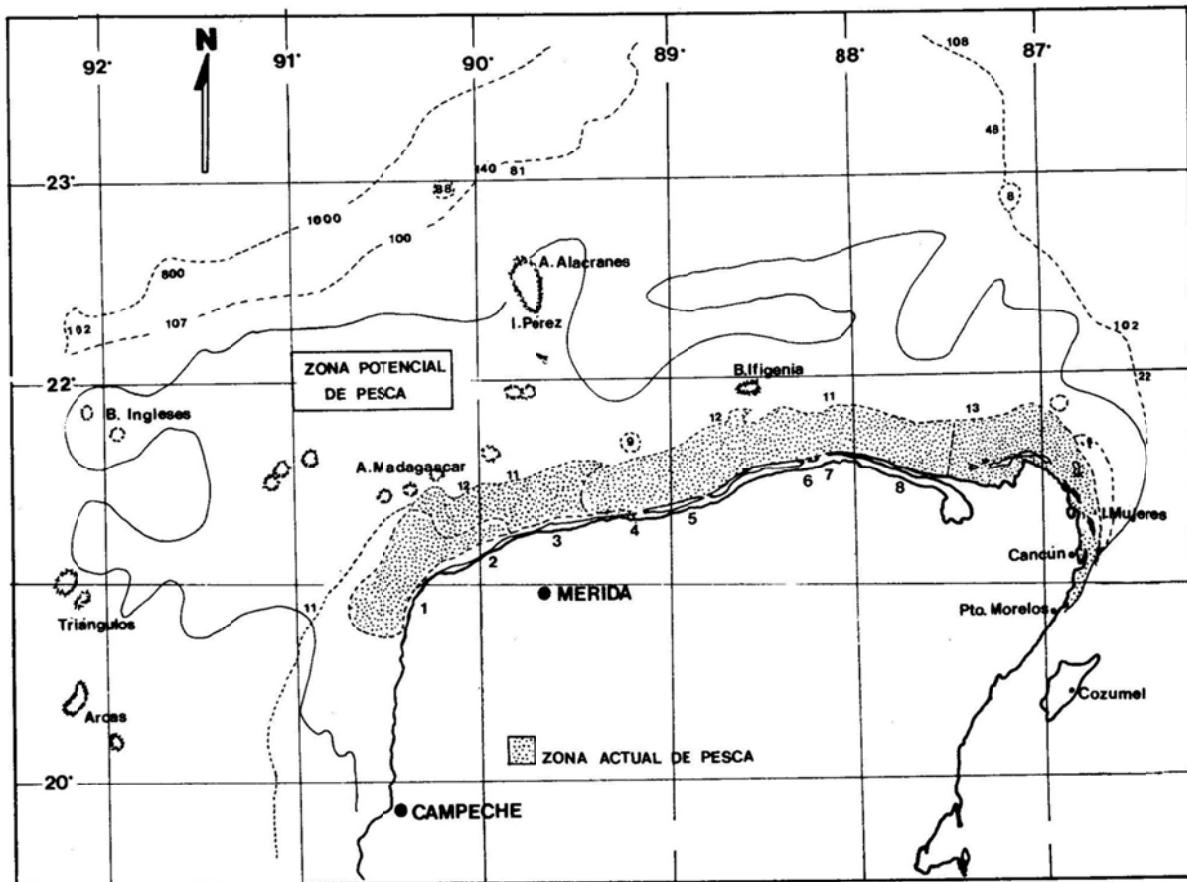
Mujeres y de 1986 a 1988 en la zona costera de Yucatán (Celestún, Sisal, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo). Las tallas se dan en intervalos de 1 cm de longitud abdominal (LA) con ajuste por exceso; por ejemplo: 15 cm = 15.0-15.9 cm. Al respecto, dado que el reclutamiento se comporta en razón inversa con respecto a la talla promedio, se utiliza $1/(LA \text{ media})$ como indicador de las variaciones mensuales del mismo. Se agruparon los datos de dos temporadas de pesca para cubrir de manera más completa los meses de muestreo, y también los de los puertos estudiados, para tratar a toda la zona costera de Yucatán como una unidad subregional.

Se define a las "hembras madurantes" de acuerdo con el desarrollo de las setas de las ramas internas de los pleópodos, a las cuales, ya crecidas, se adhieren los huevos durante el período de incubación (Buesa, 1965; Fuentes,

1986), y como "hembras grávidas" a las que usualmente aparecen castradas en las capturas desembarcadas en Isla Mujeres. En este documento el término reclutamiento indica la incorporación de nuevos individuos al área de pesca.

DESCRIPCIÓN DE LA PESQUERÍA

Áreas de Pesca.- Hasta la temporada de pesca 1985-1986, los puertos base para esta pesquería en Yucatán eran cinco: por un lado, Progreso, cuyas capturas provienen del Arrecife Alacranes; y por otro, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo, que en conjunto conforman la zona oriental y operan en el área costera. A partir de la temporada 1986-1987 se incorporan los puertos de Celestún y Sisal, que junto con Progreso podrían considerarse como la zona occidental (plano 1; Fig. 1.).



Plano 1. Zonas actuales y potenciales de captura de langosta en la plataforma continental de Yucatán, México. (1. Celestún, 2. Sisal, 3. Progreso, 4.

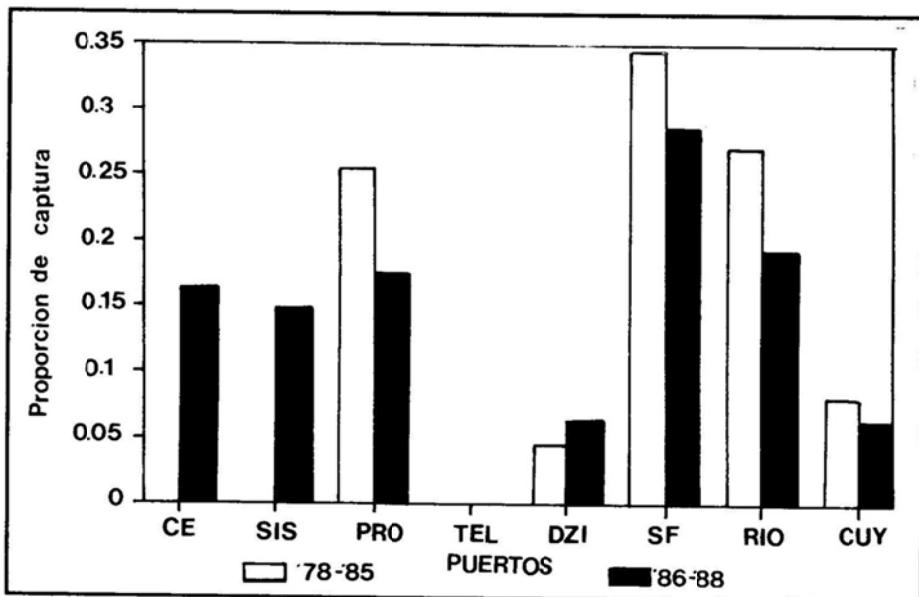


Figura 1. Proporción de las capturas anuales de langosta por Puertos del Estado de Yucatán, México, en dos períodos: 1978-1985 y 1986-1988, que muestra la reciente incorporación de los Puertos Occidentales de Celestún y Sisal a la pesquería.

Tecnología de Captura.- La pesca se realiza en embarcaciones de menos de diez metros de eslora, la mayoría con motor fuera de borda; todas sin habitáculo o cabina; algunas con motor estacionario y una pequeña nevera, que generalmente no se usa en esta pesquería, porque los viajes de pesca suelen durar menos de diez horas. El método único de captura es el buceo, la mayoría de las veces con el auxilio de un compresor de aire y una manguera para un solo buceador. No se practica el buceo autónomo y el arte de pesca es el "gancho"; es decir, un bichero corto con un anzuelo desespoletado al extremo. Se han hecho algunos intentos de introducir el uso de trampas langosteras con el fin de ampliar el área de pesca, el tiempo total de operación por temporada y el rendimiento pero se han interrumpido y el proceso ha quedado como uno de los objetivos inmediatos de la pesquería, tanto por parte de las autoridades de pesca como de los usuarios del recurso.

Captura.- Los datos de las últimas diez temporadas de pesca permiten distinguir dos etapas: una, de 1978 a 1984, con capturas entre 200 y 300 t de peso vivo y otra, de 1984 en adelante, con capturas mayores de 300 t y con tendencia ascendente, ambas consideradas dentro de una etapa inicial de desarrollo, por razones que se dan más adelante (Fig. 2).

Régimen de pesca.- En Yucatán las medidas oficiales de regulación de esta pesquería consisten en una veda anual de cuatro meses, que abarca del 16 de marzo al 15 de julio, inclusive (S.I.C., 1967); talla mínima de 145 mm

de longitud abdominal (LA) para la especie *Panulirus argus*, la prohibición permanente de "descolar" a bordo de las embarcaciones langosteras y la obligación de devolver al mar las hembras con hueva (Diario Of. de la Fed. julio, 1967).

Los viajes de pesca de los pescadores de Progreso duran normalmente dos semanas, porque van en embarcaciones mayores escameras que sirven de nodrizas. En el resto del litoral los viajes suelen ser de medio día o, muy ocasionalmente, de dos o tres, cuando los pescadores hacen campamento fuera de su puerto base. Los meses de mayor intensidad de captura son julio, agosto, septiembre y octubre (Fig. 3). Despues, debido a condiciones adversas para la navegación y el buceo y a las deficiencias en la tecnología de captura ya anotadas, baja y ello afecta sensiblemente el tiempo total de captura. En la temporada 1987-1988, la mayor captura hasta hoy, de 243 días teóricamente hábiles se pescó un promedio de 88 días por puerto, dato obtenido del número máximo de días reales de pesca al mes (Tabla 1).

INFORMACIÓN SOBRE EL RECURSO

La única especie que aparece en las capturas de esta pesquería en el Estado de Yucatán es *Panulirus argus* y las tallas obtenidas en el área costera son predominantemente las menores; esto es, con moda de 14 cm LA. En el área de Isla Mujeres, donde las profundidades de captura son mayores, la talla modal es de 18 cm LA (Fig. 4). El

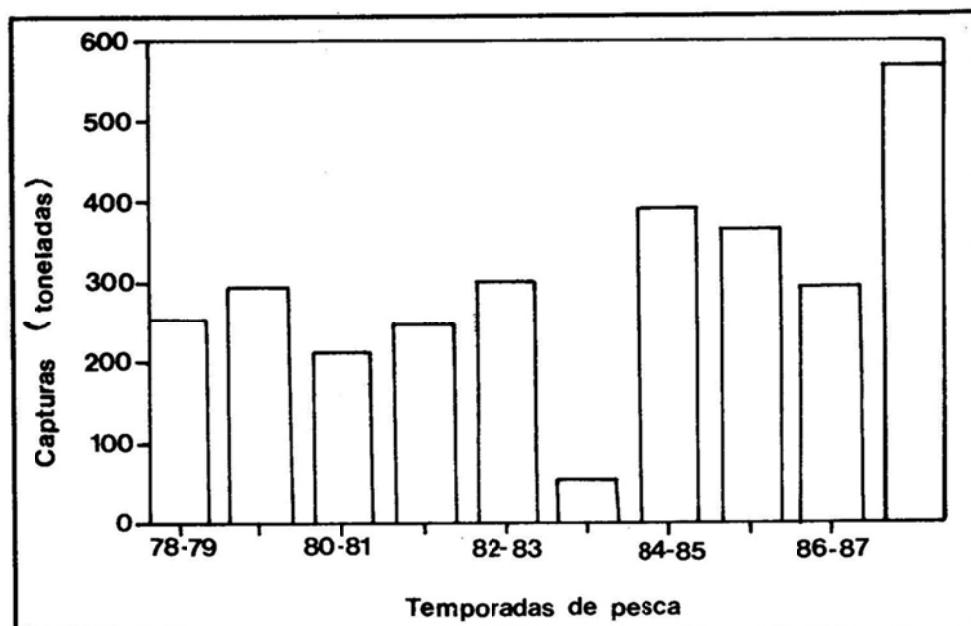


Figura 2. Comportamiento de la captura anual de langosta en el Estado de Yucatán, México, en diez temporadas de pesca: 1978-1988.

Fuente: Delegación Federal de Pesca en Yucatán.

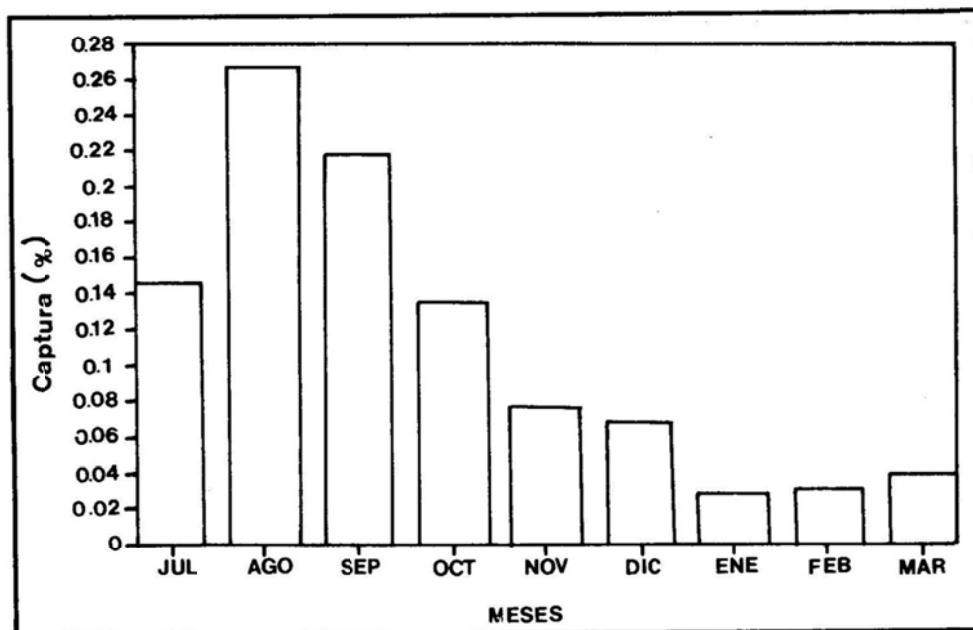


Figura 3. Comportamiento de la captura mensual de langosta en el Estado de Yucatán, México, en diez temporadas de pesca: 1978-1988.

Fuente: Delegación Federal de Pesca en Yucatán.

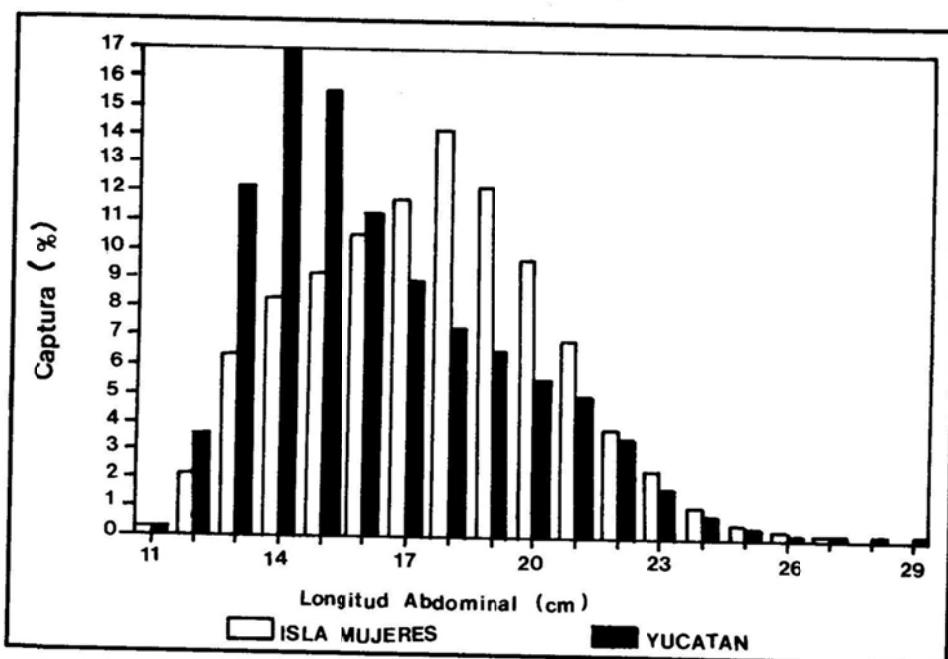


Figura 4. Frecuencia de tallas de las capturas de langosta *Panulirus argus*, desembarcadas en el Estado de Yucatán (1986-1988) y en Isla Mujeres, Quintana Roo (1982-1986), México.

TABLA 1
NÚMERO DE DÍAS DE CAPTURA DE LANGOSTA POR PUERTO DEL ESTADO DE YUCATÁN,
MÉXICO, DURANTE LA TEMPORADA DE PESCA 1987-1988*

PUERTO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL
CELESTUN	13	22	7	11	11	7	8	-	5	84
SISAL	13	22	21	3	8	7	3	2	6	85
TELCHAC**	-	9	4	-	-	-	-	-	-	13
DZILAM	12	26	25	5	-	16	13	-	-	97
S. FELIPE										
R. LAGARTOS	15	27	29	3	5	15	4	8	2	106
EL CUYO	15	21	24	-	-	8	-	-	2	70
PROMEDIO	14	24	21	6	8	11	7	5	4	88

Fuente: Deleg. Fed. de Pesca de Yucatán.

* En puertos con dos o más cooperativas, se tomaron los datos máximos

** No entra en el cálculo del promedio.

* En puertos con dos o más cooperativas, se tomaron los datos máximos.

** No se incluye en el cálculo del promedio.

Fuente: Deleg. Fed. de Pesca en Yucatán.

mes de octubre es especialmente intenso en reclutamiento de nuevos individuos a la pesquería en la zona costera de Yucatán; en el área de Isla Mujeres esto ocurre en noviembre (Fig. 5). La Fig. 6 muestra un pico de abundancia de

hembras madurantes en Yucatán en el mes de octubre y conforma lo reportado por Fuentes (1986) para el área de Isla Mujeres, donde la frecuencia de hembras grávidas es mayor a fines del verano y del invierno.

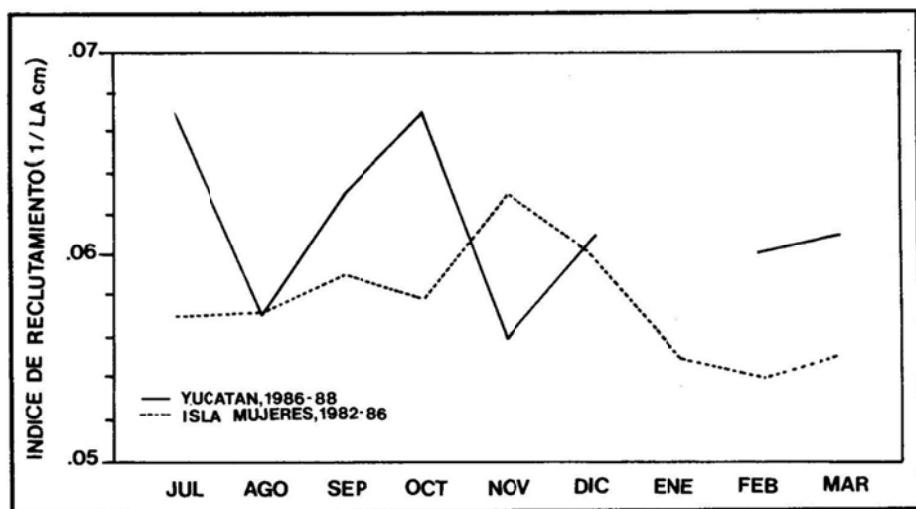


Figura 5. Índice mensual del reclutamiento de langostas *Panulirus argus* en las costas del Estado de Yucatán y el área de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. (LA= longitud abdominal promedio).

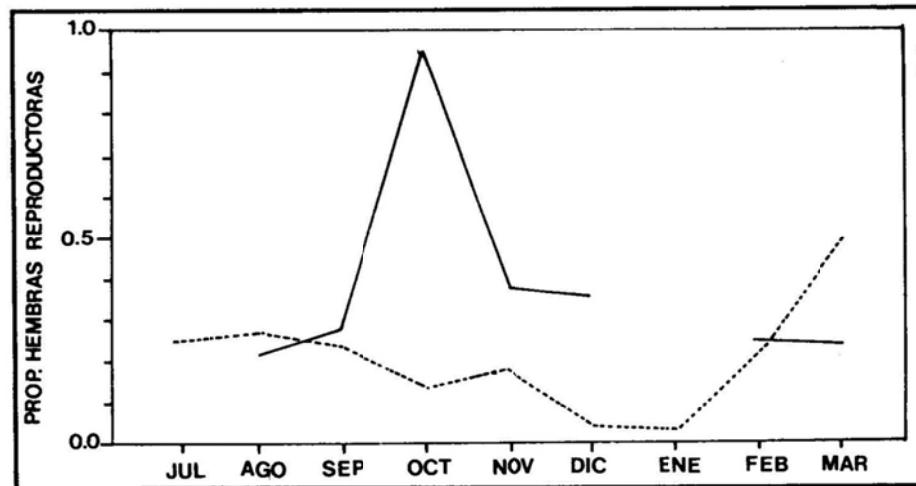


Figura 6. Proporción mensual de hembras reproductoras encontradas en las capturas de langosta *Panulirus argus* del Estado de Yucatán (Madurando, 1986-1988) y en Isla Mujeres, Quintana Roo (Grávidas, 1982-1986). México.

DISCUSIÓN

La pesquería de langosta en el Estado de Yucatán se encuentra en estado de desarrollo, de acuerdo con el modelo propuesto por Kesteven (1972), según el cual la curva histórica típica presenta una etapa inicial de capturas pequeñas, seguida de un crecimiento acelerado, una cierta reducción de ajuste y una etapa final de estabilización, cuando la administración es aceptablemente buena (Fig 7). En el caso de Yucatán corresponde a la primera etapa; las otras aún no aparecen, como puede verse al compararla con Isla Mujeres, donde sí se tiene una pesquería desarrollada (Fig 8). Además, en apoyo a esta aseveración debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Se abarca solo una parte del área de pesca posible. Se bucea hasta las 12 brazas (22 metros) de profundidad, sobre todo entre 8 y 9 (Tabla 2), no obstante que la langosta puede encontrarse hasta los 200m (Simmons, 1980) y aún a 500m (Creaser Y Travis, 1950; citados por Buesa, 1965); es decir, en cualquier sustrato adecuado para la vida de esta especie en la plataforma continental de la Península de Yucatán. Tan sólo tomando como profundidades óptimas hasta las 30 brazas, se podría proponer como área de pesca potencial la que aparece en el plano 1.
- b) En las capturas predominan aun las tallas menores, según puede verse en la Fig. 4. Todavía no se aprovechan las corrientes migratorias como en las zonas del Caribe

donde se pesca a mayor profundidad. La Fig. 9 compara la distribución bimodal de la captura mensual de Isla Mujeres, con evidente influencia del "recalón de Contoy" durante el invierno, con la unimodal de Yucatán, que carece de la corrida invernal.

c) El tiempo real de pesca es menos del 40% del teóricamente hábil (Tabla 1).

d) El personal participante es insuficiente. No abarca a todo el sistema de cooperativas, por razones económicas y tecnológicas, y de las permissionarias sólo participan los pescadores jóvenes, que son los más aptos para el buceo.

e) El desarrollo tecnológico es incipiente. Existen buenas alternativas a corto plazo, tales como mejores embarcaciones, con mayor autonomía y seguridad, mejores equipos de maniobra y preservación del producto, y nuevas artes de pesca (trampas, redes y refugios artificiales).

Para una buena administración pesquera es indispensable definir y delimitar las unidades de pesquería y de población respectivas, y tomar en cuenta todos los factores de decisión que en ella inciden; esto es, los de índole biológica, económica, social (Idyll, 1982), así como tecnológica y política. Al respecto, ante la falta de una precisión formal sobre tales unidades, en esta ocasión se toma el área que rodea a la Península de Yucatán como una región unitaria, con subregiones que tienen situaciones

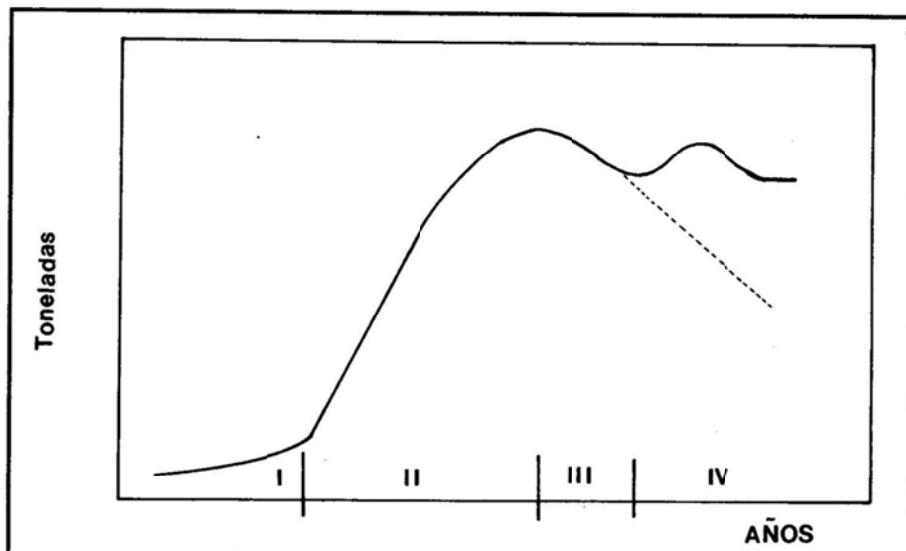


Figura 7. Modelo típico del desarrollo histórico de las pesquerías (Kesteven, 1972); I) Etapa inicial; II) Crecimiento acelerado; III) Ajuste; IV) Estabilización o sobrepesca.

TABLA 2
FRECUENCIA DE PROFUNDIDADES DE CAPTURA DE LANGOSTA, POR ZONAS, EN EL ESTADO
DE YUCATÁN, MÉXICO, DURANTE LA TEMPORADA DE PESCA 1987-1988.

BRAZAS	OCCIDENTE		ORIENTE	
	Frec.	%	Frec.	%
1			1	0.8
2			10	6.1
3	1	0.8	16	9.8
4	3	2.4	12	7.4
5	2	1.6	19	11.7
6	2	1.6	22	13.5
7	4	3.2	19	11.7
8	26	21.0	32	19.6
9	41	33.1	20	12.3
10	24	19.4	9	5.5
11	20	16.1	3	1.8
12	1	0.8	-	-

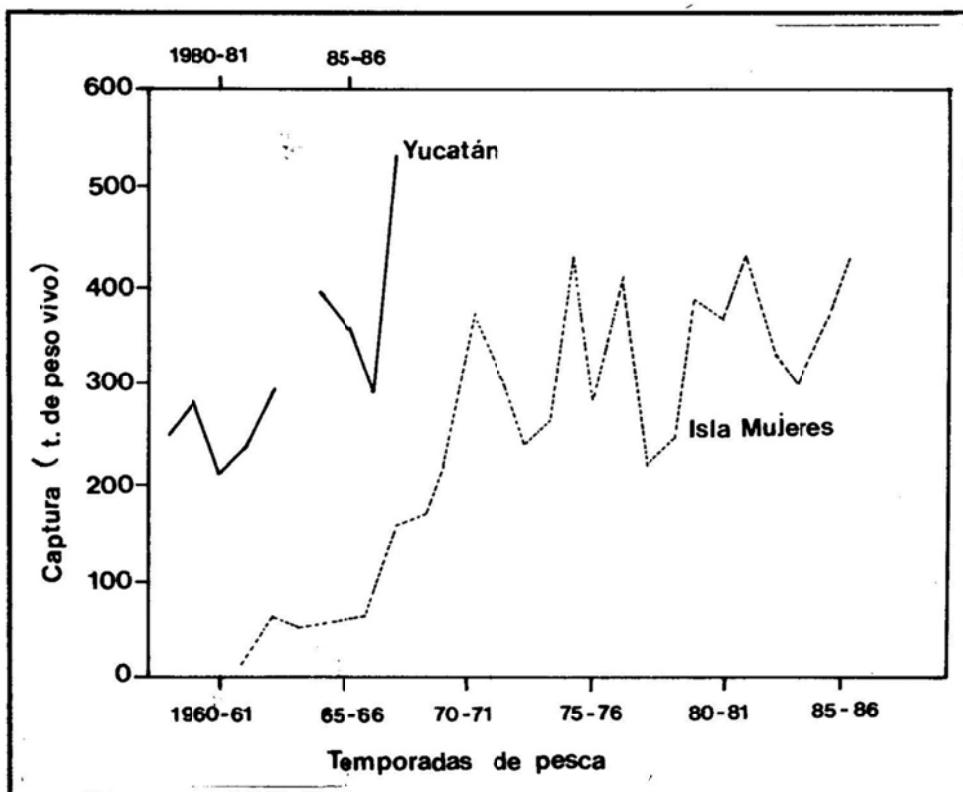


Figura 8. Desarrollo de la pesquería de langosta en el Estado de Yucatán e Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

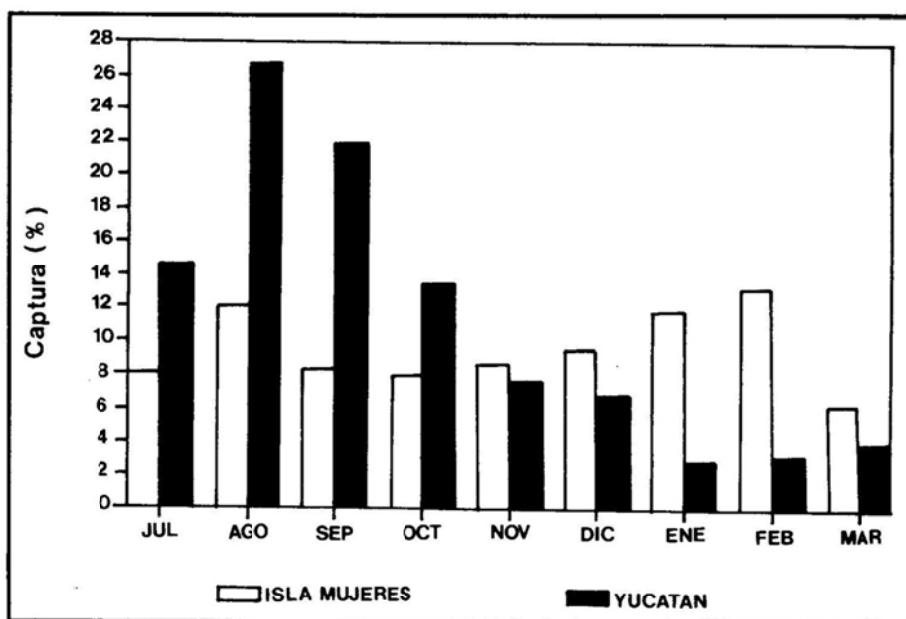


Figura 9. Patrón de comportamiento mensual de las capturas de langosta desembarcadas en el Estado de Yucatán (1978-1988) e Isla Mujeres, Quintana Roo (1961-1986), México.

Nota: Las capturas de marzo y julio corresponden a solo 15 días

Fuente: Registros oficiales de la Secretaría de Pesca.

particulares en cuanto a su desarrollo, su grado de tecnificación, su organización social y otros aspectos.

En cuanto a los objetivos de la administración pesquera, destacan dos: la preservación del recurso biótico y el óptimo provecho económico. Para lograr el primero las medidas reguladoras suelen orientarse a proteger el reclutamiento y el proceso reproductor mediante una talla mínima de captura y una veda en la época de mayor abundancia de hembras ovígeras. A este respecto, la información disponible parece favorecer la hipótesis de que los fenómenos más relevantes del ciclo de vida de las langostas *Panulirus argus* presentan ciclos semestrales (Fuentes, 1986), e indica que las épocas de reclutamiento y reproducción son coincidentes en tiempo y espacio; es decir, en Yucatán y en el área de Isla Mujeres separadamente. En Yucatán el proceso reproductor no parece estar siendo afectado, según lo indican la composición por tallas y la magnitud de las capturas, y el reclutamiento podría ponerse en riesgo sólo si la explotación creciera demasiado sin ampliar el área de pesca hacia mayores profundidades.

El óptimo provecho económico depende de un complejo de factores, entre ellos una buena administración de la producción pesquera, para no elevar los costos, y adecuados procesos de industrialización y comercialización. Su tratamiento rebasa los propósitos de este estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El esquema de regulación debe aplicarse a escala regional, pero la administración de la pesquería, con sus diversas implicaciones, debe considerar las particularidades de cada subregión.
- 2) La pesquería de langosta en el Estado de Yucatán se encuentra en etapa de desarrollo y, por tanto, dentro del esquema regional de administración del recurso debe ser tratada como tal.
- 3) Debe ponerse especial cuidado, desde ahora, en garantizar el respeto a la talla mínima legal y a la integridad de las hembras ovígeras y estimular la tecnificación de las operaciones de captura. De esta manera, se podría ampliar el área de pesca y evitar el riesgo de un sobre esfuerzo pesquero en la zona costera.
- 4) Al introducir el uso de las trampas debe ponerse cuidado en adoptar en su diseño las ventanillas de escape, que en buen medida propician la liberación automática de especímenes menores de la talla mínima legal (Everson, 1986).
- 5) Debe suprimirse el uso de gancho como arte de pesca, tanto porque afecta la calidad y valor del producto

capturado como porque los daños y mutilaciones que ocasiona a las langostas que permanecen vivas en el mar afecta seriamente la productividad y los procesos bióticos (Davis, 1981).

6) Es conveniente que se amplíen los estudios, de manera multidisciplinaria, sobre las implicaciones de la captura de langosta por buceo (Fuentes y Aguilar, 1988), para basar en ellos su reglamentación definitiva.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a los biólogos Manuel Solís R., Patricia Castañeda A. y Martín Contreras G., al Dr. Juan Carlos Seijo G., el sociólogo Andrés Lozano M., al Auxiliar Técnico Francisco Ramírez G. y la estudiante Leticia Fuentes O., por su participación en trabajos de campo. Al M.C. Julio Sánchez, por su ayuda en la extracción oportuna de datos de archivo electrónico y al personal de las Oficinas Federales de Pesca de la región. De manera especial, agradecemos la comprensión y las facilidades que tuvimos de los pescadores cooperativados de los puertos de Yucatán y Quintana Roo.

LITERATURA CITADA

- Buesa M., R.J., 1965. Biología de la langosta, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (CRUSTACEA, Decápoda, Reptantia) en Cuba. *Instituto Nacional de la Pesca*. La Habana, Cuba. 230 pp.
- Davis, G. E. 1981. Effects of injuries on spiny lobster *Panulirus argus* and implications for fishery management. *U.S. Natl. Park Service. Fish. Bull.* Vol. 78 (4): 979-84.
- Everson, A.R. 1986. Summary of worldwide research on lobster escape vents. *SW. Fish. Center. NMFS. Honolulu Lab. Administrative Rep. H-86-5*.
- Idyll, C. 1982. Resumen e importancia de las sesiones de GCFI sobre langosta. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.*, 34: 322.
- Fuentes C., D. 1986. (Inédito). Estado del conocimiento biológico pesquero de la langosta, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. Ejercicio Predoctoral. Esc. Nat. Cienc. Biol.- I.P.N. México.
- Fuentes C., D. 1988 . Avances de un análisis comparativo de la pesca de langosta con trampas y por buceo. *Bol. Comité. Téc Consult. Prog. Langosta. Golfo de Méx. y Caribe.* 1: 9-11.
- Kesteven, G. L. 1972. The concept of fishery science. In *Manual Fisheries Sciences. Part. 2 Methods of Resource Investigation and their Application*. F.A.O. *Fish. Tech. Pap.*, 115: 207 p.
- S.I.C. 1967. Cuadro Oficial de Vedas. Dir. Gral. Pesca e Ind. Conex. Sec. de Ind. y Comercio. México. Julio, 1967.
- Simmons, D. C. 1980. Review of the Florida spiny lobster resource. *Fisheries*, 5 (4): 34-42.

IMPLICACIONES TEÓRICAS DE LA DIFERENCIACIÓN DE POBLACIONES PARA ESTRATEGIAS DE MANEJO

Silvia Salas Márquez.*

RESUMEN

Se discute un marco conceptual para diferenciación de poblaciones como la de langosta (*Panulirus argus*) con características migratorias y largos estadios planctónicos. Se presentan diferentes enfoques, entre ellos: 1) análisis genético, 2) patrones morfométricos y 3) parámetros poblacionales. Se analizan las implicaciones en el manejo de este recurso en la región del Atlántico Centro Occidental, basadas en estimaciones de la estructura de su población utilizando diferentes métodos.

ABSTRACT

This paper discusses a conceptual framework to differentiate populations of spiny lobster (*Panulirus argus*) with large planktonic stages and migratory characteristics. Different approaches are considered, among them: (1) genetic analysis, (2) morphometric patterns, and (3) population parameters. Implications to resource management and estimations of population structure in different areas of the Western Central Atlantic Region are also discussed.

INTRODUCCIÓN

Las langostas de la familia Palinuridae se encuentran distribuidas en los océanos tropicales y templados soportando pesquerías de subsistencia o a gran escala, siendo la región del Caribe, el Sureste Atlántico y el Índico los que aportan el mayor porcentaje (70 %) a nivel mundial (Morgan, 1980).

Debido a las rápidas corrientes oceánicas es posible la amplia dispersión de estas especies de tal forma que las larvas producidas en una área dada, como por ejemplo *Panulirus argus* en el Caribe, podrían asentarse en otro sitio como Bermuda (Munro, 1983). Por otro lado, las migraciones masivas han sido reportadas por varios autores como uno de los aspectos más importantes dentro del ciclo de vida de las langostas (Beaumariage y Little, 1976; Warner *et al.*, 1977; Munro, 1983 entre otros). Este fenómeno ha sido ampliamente discutido por Herrnkind *et al.* (1973). Con la necesidad de manejar esta pesquería en años recientes se ha fomentado el estudio de su dinámica poblacional, dando mayor énfasis a las estimaciones del

rendimiento para proponer medidas de manejo. Las características particulares del recurso presentan el problema de definir la unidad de población. La mayoría de estos estudios, de una manera similar a aquellos realizados para otros recursos pesqueros, parten de que la población se comporta como una simple entidad, no conteniendo "subgrupos" que podrían tener características marcadamente diferentes de ésta. Consecuentemente, las evaluaciones basadas en estos criterios resultan riesgosas. Diferentes métodos han sido usados para atacar este problema, pero a pesar de ello es escaso el conocimiento en este sentido, particularmente en lo relacionado con *P. argus*. El propósito de este documento es enfatizar la importancia que tiene la diferenciación de poblaciones, en especial del recurso langosta, para poder tener la certeza de que las medidas de regulación propuestas con base en la evaluación de una población son válidas para ésta.

DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN

La elección de qué se considera como unidad de población no es fácil, ya que varias definiciones han sido dadas. Morgan (1980) propone dos criterios para la separación de poblaciones. Primero, una población

* Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Mérida.
IPN. Apartado Postal 73 CORDEMEX. Mérida, Yucatán.

puede estar completamente separada de otras poblaciones de la misma especie a través de su ciclo de vida. Esto da como resultado una población que puede diferir genéticamente de otras poblaciones, aunque estas diferencias no sean suficientes para que los taxónomos las separen como especies. Segundo, una población puede ser genéticamente uniforme dado que durante parte de su ciclo de vida se mezcla. Sin embargo, algunas partes de la población pueden tener diferentes parámetros, tales como tasa de crecimiento, reclutamiento, etc., de tal forma que no pueden ser tratadas como una sola población. Saily y Jones (1983, citados por Brown *et al.* (1987) mencionan que el estado taxonómico de la unidad de población no es claro. En algunos casos pueden considerarse especies, en otras razas taxonómicas entre especies, etc. Sin embargo se han percibido distintas unidades de población para muchas especies de peces y crustáceos. Estas se basan en características físicas así como en diferencias biológicas en el crecimiento y edad de primera madurez. Pero no se puede estudiar cabalmente a una especie sin conocer su grado de dispersión y el efecto de ésta en la definición de sus poblaciones. Este aspecto ha sido más ampliamente abordado en poblaciones de peces. En Palinuridos ha recibido poca atención. Brown *et al.* (1987) revisan algunas de las principales pesquerías en el Sureste de los Estados Unidos que involucran identificación de poblaciones de peces y crustáceos. En relación a las langostas concluyen que la principal especie en la unidad de manejo es la langosta espinosa, y reconocen solo un stock en el FMPs (Caribbean Fishery Management Council, 1981; Gulf of Mexico Fishery Management Council, 1982), pero hay considerable debate con respecto a las áreas de reclutamiento, tales como las Islas Virgenes, Puerto Rico y Sur de Florida. Morgan (1977) (Citado por Morgan, 1980) después de notar similitud en la captura por unidad de esfuerzo de varias partes de la pesquería comercial de *P. cygnus*, concluye que probablemente forma una población genéticamente uniforme a lo largo de la costa este de Australia. Sims e Ingle (1966) (Citados por Morgan, 1980) consideraron la población de *P. argus* en el área Florida - Caribe como una sola población genética. Menzies y Kerrigan (1979) examinando sistemas de esterasas en poblaciones de adultos de *P. argus* de varias regiones geográficas, sugieren una diferencia genética detectable entre poblaciones de América Central y aquéllas de las costas de Florida. Por lo anterior, la posibilidad de que existan poblaciones separadas de langosta espinosa podría entonces no excluirse, particularmente en especies como *P. argus* que habitan grandes áreas geográficas.

MÉTODOS UTILIZADOS EN DIFERENCIACIÓN DE POBLACIONES

El problema de definir la unidad de población ha sido atacado por medio de varios métodos. El método de marcaje ha sido utilizado ocasionalmente, principalmente en poblaciones de peces. Los genetistas han abordado este problema desde otro punto de vista. A Sick (1961, citado por Cushing, 1975) se debe la introducción de la electroforesis de zona como método al servicio de la investigación pesquera.

La separación electroforética de las proteínas depende de cambios en su tamaño, carga y peso molecular. Hay una relación directa entre proteínas variantes y genes, por tanto los patrones del gel permiten distinguir los genotipos (Utter, 1987). Las variantes genéticas expresadas de ese modo son distintas para cada organismo; en consecuencia, la cantidad de variación encontrada en los loci enzimáticos es un reflejo de la cantidad de variación en una población estable (Richardson, 1982).

La técnica de electroforesis puede ayudar a identificar marcadores genéticos de una especie, determinar el número de especies y subgrupos presentes en poblaciones, identificar especies, etc. Se han obtenido resultados positivos en la diferenciación genética en varias especies de peces (Johnson, 1981; Richardson, 1982). Menzies y Kerrigan (1979) presentan algunas consideraciones que deben ser tomadas en cuenta para aplicar esta técnica.

Existen referencias de métodos complementarios a la electroforesis, tales como el estudio de caracteres morfológicos y merísticas (Winans, 1987), así como metodologías estadísticas para apoyar este tipo de investigaciones (Saily y Martin, 1987), aunque éstas han sido aplicadas principalmente en peces.

Recientemente se ha empleado un método más sofisticado, el cual se basa en la variación de la secuencia del ADN mitocondrial extraído de diferentes tejidos, identificando el polimorfismo por adición o pérdida de sitios de corte, bajo la suposición de que esto es debido a una simple substitución de nucleótidos. Wilson *et al.* (1987) estudiaron varias poblaciones de *Oncorhynchus tshawytscha* de Alaska y el Sur de Columbia Británica, concluyendo que el mayor número de líneas clonales y, el bajo porcentaje de substitución de nucleótidos indican que las variaciones en y entre poblaciones son bajas para la mayor porción de esta especie en Norteamérica, y enfatizan que la mayoría de los individuos más estrechamente relacionados no siempre son aquellos que tienen menor distancia geográfica de separación entre ellos.

Este método se empieza a utilizar y ha mostrado resultados satisfactorios. Comparaciones de los resultados de los autores mencionados anteriormente con aquellos derivados de la aplicación de técnicas electroforéticas revelan niveles similares de la estructura de la población de *O. tshawytscha*. La mayor limitación de la aplicación de este método ha sido lo tedioso del aislamiento de la molécula y lo costoso de los radionucleótidos utilizados para identificar los fragmentos (Chapman y Powers, 1987). Existen pocas referencias sobre la aplicación de este método, la información más abundante sobre ADN mitocondrial en especies terrestres y de agua dulce ha sido resumida con diversas perspectivas por varios autores (Avise, 1987) pero en recursos pesqueros no existe mucho al respecto. Bajo estas condiciones se requieren mayores esfuerzos.

Como se mencionó anteriormente, un aspecto que se ha manejado para diferenciar poblaciones son los valores de sus parámetros poblacionales. Así, la separación entre Palinúridos parece depender de la habilidad para detectar diferencias en los parámetros de la población y no en la identificación de subunidades separadas genéticamente. En estas especies, se han discutido ampliamente las variaciones de parámetros, tales como tasas de crecimiento entre localidades en *P. cygnus* (Morgan, 1980), *P. argus* (Fuentes *et al.*, 1986); y *P. penicillatus* (Ebert y Ford, 1986). Se ha demostrado que otros parámetros varían también en un sentido no aleatorio entre localidades, por ejemplo, la edad de primera madurez en *Panulirus argus* (Fuentes *et al.*, 1986); el tiempo de desove en *Jasus lalandi* (Newman, 1972) y en *P. cygnus* (George, 1958, citado por Morgan, 1980).

Se han determinado las tasas de crecimiento en algunos peces a través de su proporción ARN-ADN, y este método podría aplicarse en langostas. La técnica modificada de Munro y Flanck (1966) es la más comúnmente utilizada para la extracción y cuantificación de la proporción ARN-ADN. Se han utilizado también métodos fluorimétricos para la cuantificación de dicha proporción en huevos y larvas de peces (Buckley, 1984) y otros organismos planctónicos (Sulkin *et al.*, 1975). Por otro lado, aunque Bulow *et al.* (1978) hicieron comparaciones de la tasa de crecimiento de dos poblaciones de peces bajo diferentes condiciones con el método de la proporción ARN-ADN, éste no puede considerarse como el más adecuado para hacer diferenciación de poblaciones, puesto que algunos factores, tales como la temperatura y la maduración pueden tener efectos significativos sobre los niveles de actividad de los ácidos nucleicos (Bulow, 1987).

Algunas de las diferencias observadas en los parámetros poblacionales de varias especies pueden ser atribu-

dos a las diversas técnicas empleadas. Sin embargo, hay suficientes evidencias que sugieren que las especies de Palinúridos que habitan grandes áreas geográficas mostrarán variaciones no aleatorias en algunos de sus parámetros. El dejar de reconocer estas variaciones imposibilita la identificación de poblaciones.

IMPACTO EN EL MANEJO DE PESQUERÍAS

Generalmente, cuando se hacen evaluaciones sobre poblaciones de recursos pequeños, se parte del supuesto de que se está trabajando con una sola entidad. La aplicación real de muchos modelos de dinámica poblacional implica que una unidad de población en la cual se han reconocido características consistentes ha sido identificada. Una población susceptible de ser capturada (Stock) puede estar basada en diferentes poblaciones, una sola o puede incluir miembros de dos o más, y en consecuencia en cada caso serían necesarios diferentes regímenes de explotación. En particular para el recurso langosta, una de las medidas de regulación generalmente propuestas está basada en la protección de las hembras grávidas, pensando en el potencial reproductivo, pero dadas sus características migratorias y sus larvas de larga vida planctónica que se dispersan a grandes distancias, se presenta el cuestionamiento de si las larvas generadas en una área contribuyen a la repoblación de esa zona y/o otras zonas.

Johnson (1971;1974) sugiere la posibilidad de que si no todas, la mayoría de las larvas de Palinúridos (*P. penicillatus*, *P. inflatus*, *P. interruptus*, *P. gracilis*) encontradas lejos de la costa representan pérdidas para las poblaciones que las producen. Este autor sugiere que solo aquellas larvas capturadas en remolinos y "giros" cerca de la costa contribuyen a la repoblación; esto es lo que Menzies y Kerrigan (1980) llaman el modelo de Johnson. Estos autores hacen especulaciones con respecto al reclutamiento de las larvas de *P. argus* en Florida, estableciendo que la producción de Belice no contribuye al reclutamiento de esta área, por tanto se asume que Belice es representativo de otra población cuyas larvas pueden ser transportadas a través del canal de Yucatán existiendo poca o nula contribución a la repoblación de las pesquerías de Florida. Por otro lado se considera probable que aunque pocas larvas pueden ser transportadas directamente de las Islas Vírgenes a Florida, poblaciones intermedias pueden contribuir al reclutamiento de Florida. Aunque los patrones de reclutamiento aún no están bien definidos es conveniente hacer estudios que contribuyan al conocimiento de las poblaciones en este sentido.

Existen trabajos que se han basado exclusivamente en información sobre captura y esfuerzo para hacer estimaciones

ciones del rendimiento de diferentes poblaciones de langosta (Dow *et al.*, 1975), o únicamente considerando una fracción de la población sin tomar en cuenta los fenómenos antes mencionados. Sin embargo, existe conciencia del problema y ha sido expresada la preocupación de los investigadores en este sentido, manifestando que sus resultados están condicionados debido a que no cuentan con información respecto de la unidad de población o distribución de las especies (Ebert y Ford, 1986).

CONCLUSIONES.

En términos generales, existen diferentes definiciones sobre el concepto de la unidad de población y diversos criterios para abordar este problema. En el Simposium Internacional sobre el concepto de Stock, Perspectivas y Políticas de Manejo, se concluyó que no es necesario estar de acuerdo sobre una simple definición de stock para comunicarse efectivamente cuando se pretenden establecer medidas de manejo de una pesquería. El punto principal del concepto de población parece incluir aspectos temporales y espaciales puntuales, tales como un aislamiento reproductivo, aunque según Sails y Martin (1987) comúnmente se han usado características fenotípicas para la identificación de poblaciones con fines de manejo.

El problema de la diferenciación de poblaciones de la langosta ha recibido poca atención en estudios previos, a pesar de que la amplia distribución de este recurso, sus características migratorias y sus largos estadíos larvales planctónicos expuestos a fuertes corrientes no excluyen la posibilidad de diferentes poblaciones dada la variación geográfica. Si se deja de reconocer la importancia de este aspecto y sus posibles magnitudes, entonces en las determinaciones de los parámetros de la población y de modelos de rendimiento continuará existiendo una aparente inconsistencia, con los consecuentes efectos sobre las medidas de manejo a aplicar.

La elección del método a utilizar para este tipo de investigaciones, dependerá de la especie, recursos e infraestructura y el tipo de estudio a realizar. Es clara la necesidad de conocer los patrones de distribución de larvas, de reclutamiento y comportamiento de las poblaciones de adultos para tener una visión global de la pesquería de langosta.

LITERATURA CITADA.

- AVISE, J. S. 1987. Identification and Interpretation of Mitochondrial DNA Stocks in Marine Species. In: *Proceedings of The Stock Identification Workshop. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-199. Florida: 105-136.*
- BEAUMARIAGE, D. S. y J. L. LITTLE. 1976. Status report of Florida's research on Spiny Lobster biology. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* 29:102-107.
- BROWN, B. E., G. H. DARCY y W. OVERHOLTZ. 1987. Stock assessment/stock identification: an interactive process. In: *Proceedings of The Stock Identification Workshop. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-199. Florida: 1-24.*
- BULOW, F. J. 1987. RNA-DNA ratios as indicators of growth in fish: A review. In: Summerfelt and G. E. Hall (ed.). *Age and Growth of Fishes*. Iowa State University Press, Ames, Iowa: 45-79.
- BULOW, F. J., C. B. COBURN y CH. S. COOB. 1978. Comparisons of two bluegill populations by means of the RNA-DNA ratio and liver-somatic index. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107(6):799-803.
- BUCKLEY, L. J. 1984. DNA-RNA ratio: an index of larval fish growth in the sea. *Biology*, 80:291-298.
- CARIBBEAN FISHERY MANAGEMENT COUNCIL. 1981. Environmental impact statement, fishery management plan and regulatory impact review for the spiny lobster fishery of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. San Juan, Puerto Rico.
- CHAPMAN, R. W. y D. A. POWERS. 1987. On the use of Mitochondrial DNA as a tool for stock assessment. *Abstrac. In: Proceedings of the Stock Identification Workshop. NOAA Technical Report Memorandum NMFS-SEFC-199. Florida: 175.*
- CUSHING, D. H. 1975. Ecología marina y pesquerías. Ed. Acriba, Zaragoza, España: 252 p.
- DOW, R. L., F. BELL y D.M. HARRIMAN. 1975. Bioeconomic relationships for the Maine Lobster fishery with considerations of alternative management schemes. *NOAA Technical Report NMFS SSRF-683. Seattle, Wa: 44p.*
- EBERT T. A. y R. F. FORD. 1986. Population Ecology and Fishery Potential of The Spiny Lobster *Panulirus penicillatus* at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Bull. Mar. Sci.* 38(1):56-67.
- FUENTES, D.; C. AGUILAR y R. RÁMOS. 1986. Estado del conocimiento biológico pesquero de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. I.N.P. Yucalpetén Yucatán. 44 p. (inédito).
- GULF OF MEXICO FISHERY MANAGEMENT COUNCIL. 1982. Fishery management plan, environmental impact statement and regulatory impact review for spiny lobster in the Gulf of México. Tampa, Fla. U. S. A.
- HERRNKIND, W. P. KANCIRUK, J. HALUSKY y R. McLEAN. 1973. Descriptive characterization of mass autumnal migrations of Spiny Lobster, *Panulirus argus*. *Proc. Gulf. and Carib. Fish. Inst.*, 26: 79-99.
- 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 Oceanogr.* 19:1-36.

- JOHNSON, M. W. 1974. On the dispersal of lobster larvae into the East Pacific Barrier (Decapoda, Palinuridae). *Fish. Bull.* 72(3):639-647.
- JOHNSON, A. G. 1981. Electrophoretic patterns of proteins in Spanish Mackerel (*Scomberomorus maculatus*). NOAA Technical memorandum NMFS- SEFC-76. National Marine Fisheries Administration. 11p.
- MENZIES, R. A. y J. M. KERRIGAN. 1979. Implications of Spiny Lobster recruitment patterns of the Caribbean. A biochemical genetic approach. *Proc. Gulf. and Carib. Fish. Inst.*, Florida. 32: 164-178.
- MENZIES, R.A. y J. M. KERRIGAN. 1980. The larval recruitment of the Spiny Lobster. *Fisheries*, 5(4):42-46.
- MORGAN, G. R. 1980. Population dynamics of Spiny Lobster. In: Cobb, J. S. y B. F. Phillips (Eds.) 1980. *The Biology and Management of Lobsters*. Vol. II. Academic Press. New York. 189-217.
- MUNRO, J.L. 1983. The Biology, ecology and bionomics of spiny lobsters (Palinuridae), spider crabs (Majidae) and other crustacean resources. In: J. L. Munro (Ed.). *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*. 2a Ed. ICLARM Studies and Reviews 7 . Manila Philippines: 206-218.
- MUNRO, H. N. y A. FLECK, 1966. The detection of nucleic acids. In: Glick, D. (Ed) Methods of Biochemical Analysis. Vol. 17. Interscience Publ.: 113-176.
- NEWMAN, G. G. 1972. Assessment and management of some fish stocks in Southern Africa. Tesis Doctoral, Univ. of Stellenbosch, S. A.
- RICHARDSON, B. C. 1982. Geographical distribution of electrophoretically detected protein variation in Australian commercial fishes. I. Jack Mackerel, *Trachurus declivis* Jenyns. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 33: 917-926.
- SAILA, B. y B. K. MARTIN. 1987. A Brief Review and Guide to Some Multivariate Methods for Stock Identification. *Proceedings of The Stock Identification Workshop*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-199. Florida : 149-173.
- SIMS, H. W. y R. M. INGLE, 1966. Caribbean recruitment of Florida's spiny lobster populations. *Quart. J. Fla. Acad. Sci.*, 29(3):207-242.
- SULKIN, S. D., R. P. MORGAN II y L.L. MINASIAN, Jr. 1975. Biochemical changes during larval development of the Xanthid Crab *Rhitropanopeus harrisi*. II Nucleic Acids. *Mar. Biol.*, 32:113-117.
- UTTER, F.M. 1987. Protein Electrophoresis and Stock Identification in Fishes. *Proceedings of The Stock Identification Workshop*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-199. Florida: 63-104.
- WARNER, R. E., C. L. COMBS y D. R. GREGORY, 1977. Biological studies of the spiny lobster, *Pandanus argus* (Decapoda, Palinuridae) in South Florida. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, 29:166-183.
- WILSON, G. M., W. K. THOMAS y A. T. BEACKENBACH. 1987. Mitochondrial DNA analysis of Pacific Northwest Populations of *Oncorhynchus tshawytscha*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 1301-1305.
- WINANS, G. A. 1987. Using morphometric and meristic characters for identification stocks of fishes. *Proceedings of The Stock Identification Workshop*. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC-199. Florida: 25- 62.

CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DE *Panulirus guttatus* (LATREILLE) EN QUINTANA ROO, MÉXICO

Patricia Briones Fourzán*

RESUMEN

Se describen algunas características del ciclo de vida y la dinámica poblacional de la langosta *Panulirus guttatus* (Latreille 1804), de acuerdo con la literatura existente y también con base en estudios llevados a cabo en el área de Puerto Morelos, Q.Roo., México. En términos generales, existen muchas lagunas en el conocimiento del ciclo de vida de esta especie, particularmente en lo referente a sus larvas y postlarvas. *P. guttatus* es una especie de langosta de talla pequeña pero de crecimiento rápido, de distribución tropical y subtropical, con reproducción continua que presenta picos en la primavera y/o verano. Es una especie omnívora, con marcada preferencia hacia crustáceos y moluscos, y cuyos movimientos son relativamente limitados.

A la luz de esta información se discute la talla mínima de captura establecida para México, concluyéndose que es excesiva, y se proponen nuevas medidas regulatorias, que incluyen una talla mínima de captura de 60 mm de longitudcefalotorácica (110 mm de longitud abdominal).

ABSTRACT

Some characteristics of the life cycle and population dynamics of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Latreille 1804) are given, according to the existing literature, and also based on studies carried out in the area of Puerto Morelos, Q.Roo, Mexico. There are many gaps in the knowledge of the life cycle of this species, particularly regarding its larvae and postlarvae. *P. guttatus* is a small-sized spiny lobster species, with tropical and subtropical distribution and continuous reproduction with apparent peaks during the spring and/or summer. It is an omnivorous species, which shows preference for crustaceans and mollusks. Its movements are very limited. Given this information, the minimum size limit established for this species in Mexico is discussed, reaching the conclusion that it is excessive. New regulatory measures are proposed, including a minimum size limit of 60 mm carapace length (110 mm abdominal length).

INTRODUCCIÓN

Panulirus guttatus es una especie de langosta de pequeño tamaño y cuya abundancia suele ser más reducida que la de *P. argus*, especie cuya distribución comparte en las aguas del Atlántico occidental y Caribe. Esta distribución abarca desde Bermudas al norte, hasta el noreste de Brasil al sur, con poblaciones en Florida, EUA y a través del Caribe (Sutcliffe, 1953; Chitty, 1973). Las mayores concentraciones de *P. guttatus* se dan en zonas de arrecife coralino dominadas por la especie escleractinia *Acropora palmata* (Munro, 1974; Briones et al, 1988),

aunque Caillouet et al (1971) reportan en Florida cantidades considerables de esta especie en escolleras de rocas de granito hechas por el hombre.

En Quintana Roo, México, *P. guttatus* se distribuye en zonas del arrecife coralino desde Isla Contoy hasta Banco Chinchorro (Briones et al, 1988). No representa actualmente una especie importante para la pesquería de langosta del Caribe Mexicano, donde casi la totalidad de la producción la soporta la especie *P. argus*. Sin embargo, esto no significa que *P. guttatus* no sea capturada con cierta intensidad, ya que debido a su pequeña talla muy pocos ejemplares alcanzan la talla mínima legal de 14.5 cm de longitud abdominal, por lo que es de suponer que la gran mayoría de ejemplares de

* Estación "Puerto Morelos", Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Ap. Postal 1152, Cancún, Q.R., 77500, México.

esta especie capturados en las operaciones normales de pesca no son reportados.

En Julio de 1987, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la primera medida reglamentaria referente a esta especie, que establece una talla mínima de captura para *P. guttatus* en Quintana Roo de 13.5 cm de longitud abdominal. En este trabajo, se resume la información biológica que hasta la fecha existe sobre esta especie, tanto de Quintana Roo como de otras partes del Caribe y Atlántico, con base en la cual se discute la aplicabilidad de la citada medida reglamentaria, y se proponen algunas medidas alternativas.

CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES DE *P. guttatus*

CICLO DE VIDA

No se conoce aún la duración del ciclo de vida de *P. guttatus*. No existe en la literatura la descripción de sus estadios larvarios (filosomas). Robertson (1968) y Chitty (1973) fueron incapaces de diferenciar entre larvas filosomas del estadio I de *P. guttatus* y *P. argus*.

Tampoco se ha descrito la postlarva (puerulo) de *P. guttatus*, y se desconoce en qué tipo de hábitat se establece esta postlarva para iniciar su vida bentónica. En un estudio que actualmente dirige la autora sobre reclutamiento de postlarvas del género *Panulirus* en Bahía de la Ascensión y Puerto Morelos, Q.R., un total de 200 postlarvas que se han introducido en acuarios para determinar su especie, han resultado pertenecer a *P. argus* una vez que adquieren su patrón de pigmentación natural. Por tanto, es posible que los puerulos de *P. guttatus* se establezcan en áreas diferentes a las favorecidas por *P. argus*.

Los juveniles pequeños de *P. guttatus* también plantean una incógnita en la actualidad. Mientras que es común encontrar abundantes juveniles de *P. argus* en zonas someras de pastizal marino, lechos de algas rodofitas y manglar (Eldred *et al.*, 1972; Farrugio y Saint-Félix, 1975; Marx y Herrnkind, 1985; Briones *et al.*, 1988), se desconocen las áreas donde se concentran los juveniles pequeños de *P. guttatus* (Farrugio y Saint-Félix, 1975).

Sin embargo, a partir de la etapa de subadulto, las langostas de esta especie comparten el hábitat arrecifal coralino con los adultos, encontrándose todas las tallas mezcladas en este hábitat.

ESTRUCTURAS POBLACIONALES

La literatura científica mundial sobre *P. guttatus* es muy escasa. Solamente se han hecho estudios sobre algunas poblaciones de Bermuda (Sutcliffe, 1953), Florida, E.U.A. (Caillouet *et al.*, 1971; Chitty, 1973), Martinica (Farrugio, 1975, 1976; Farrugio y Saint-Félix, 1976; Marfin, 1978), Jamaica (Munro, 1974) y Quintana Roo, México (Carrasco-Zanini, 1985; Briones *et al.*, 1988; Negrete 1988; Colinas, 1988).

En todos estos estudios, se ha apreciado la pequeñez de la talla y el peso corporal de esta especie, sobre todo si se le compara con los de *P. argus* y *P. laevicauda*, sus especies simpátricas. Mientras que *P. argus* alcanza frecuentemente tallas de hasta 200 mm de longitudcefalotorácica (LC) (Sutcliffe, 1953; Munro, 1974) y *P. laevicauda* de hasta 300 mm de Longitud total (Pinto y Saraiva, 1970) la máxima talla reportada para *P. guttatus* es de 88 mm de LC (aproximadamente 250 mm de longitud total) (Sutcliffe, 1953; Negrete, 1988).

En la tabla 1, se resume la información sobre el rango de tallas (LC) y la talla media de machos y hembras de la poblaciones de esta especie estudiadas en los lugares arri-

TABLA 1
SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN REPORTADA EN LA LITERATURA SOBRE TALLA EN LONGITUD CEFALOTORÁCICA (mm) MÍNIMA, MÁXIMA Y MEDIA PARA HEMBRAS Y MACHOS DE *P. guttatus*, Y PROPORCIONES SEXUALES ENCONTRADAS UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE CAPTURA

LUGAR	MÉTODO DE COLECTA	TALLA EN LONGITUD CEFALOTORÁCICA (mm)						PROPORCIÓN SEXUAL M:H	AUTOR
		MIN.	HEMBRAS MAX.	X	MACHOS MIN.	MAX.	X		
BERMUDA	TRAMPAS	58	74	-	64	88	-	10 : 1	Sutcliffe, 1953.
FLORIDA	BUCEO	36	71	-	32	85	-	1.2 : 1	Caillouet <i>et al.</i> , 1971
FLORIDA	BUCEO	26	71	-	-	84	-	0.72 : 1	Chitty, 1973.
JAMAICA	TRAMPAS (?)	-	61	-	-	70	-	2 : 1	Munro, 1974.
MARTINICA	REDES	33.5	68.5	51.3	35.5	73.5	58.7	1.92 : 1	Marfin, 1978.
MÉXICO	TRAMPAS	53.7	65.3	59.4	55 ⁷	82.3	65.6	1.9 : 1	Carrasco-Zanini, 1985.
MÉXICO	TRAMPAS	45.5	73.5	60.1	42.4	87.5	64	2.5 : 1	Negrete, en prep.

ba citados. En ella se aprecia que las hembras nunca alcanzan los tamaños mayores de los machos. Las tallas mínimas reportadas pueden estar relacionadas con la selectividad del método de pesca empleado, ya que las muestras tomadas con trampas (en Bermudas y México) no incluyen ejemplares tan pequeños como aquéllas tomadas por medio de redes (en Martinica) o de buceo (en Florida).

En las figuras 1 y 2 se observa la distribución por tallas de dos muestras de esta especie tomadas en el arrecife coralino del área de Puerto Morelos, Q.R. En el primer caso, se utilizaron trampas de plástico cuya luz de malla era relativamente grande para esta especie, mientras que en la segunda, se utilizaron trampas australianas de hierro y paño de red, cuya luz de malla era más reducida.

PROPORCIÓN SEXUAL

En la tabla 1, se aprecia también la proporción sexual obtenida por los diversos autores considerados. Llama la atención que todas las muestras, excepto las de Florida tomadas por medio de buceo, presentan un sesgo muy marcado hacia los machos, siendo el de Bermudas un caso extremo. Sin embargo, el número de ejemplares considerados por Sutcliffe (1953) fué muy pequeño. Es posible que estas proporciones sexuales tan sesgadas estén relacionadas con el arte de pesca utilizado.

Como se verá más adelante, las hembras de *P. guttatus* presentan reproducción durante casi todo el año. Es sabido que las hembras ovígeras tienden a ser más sedentarias y reclusivas que las no ovígeras o que los machos, por lo que sus movimientos para buscar alimento son más reducidos (Morgan, 1974; Lozano *et al.*, 1982). Por ello, son capturadas menos hembras en trampas y en redes, ya que estas artes requieren que la presa se dirija hacia ellas activamente. En cambio, las muestras tomadas por buceo nocturno implican una búsqueda activa por parte del buzo, por lo que incluso las hembras ovígeras pueden ser extraídas de sus refugios de esta manera (Lozano *et al.*, 1982).

Por tanto, es posible que la proporción sexual real de las poblaciones de *P. guttatus* sea cercana a 1:1. Sin embargo, cabe señalar que en los casos en que se reportan proporciones sexuales mensuales (Chitty, 1973; Farrugio, 1976) existen amplias fluctuaciones entre los sexos, las cuales pueden deberse a movimientos asociados a períodos reproductivos, o a cambios en la capturabilidad del recurso asociados a cambios en el comportamiento (Morgan, 1974).

REPRODUCCIÓN

La tabla 2 brinda un resumen de la información existente sobre la reproducción de *P. guttatus*. Hasta ahora, el

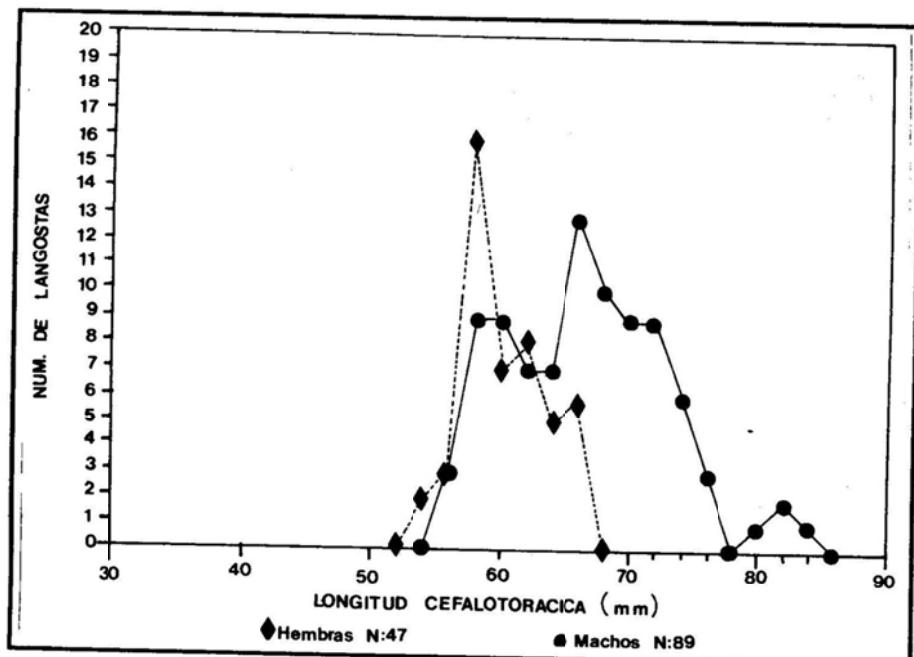


Figura 1. Distribución por tallas (LC en mm) de la captura de *P. guttatus* obtenida con trampas en un arrecife coralino 3 km al norte de Puerto Morelos, Quintana Roo. (Agosto 1982-marzo 1983).

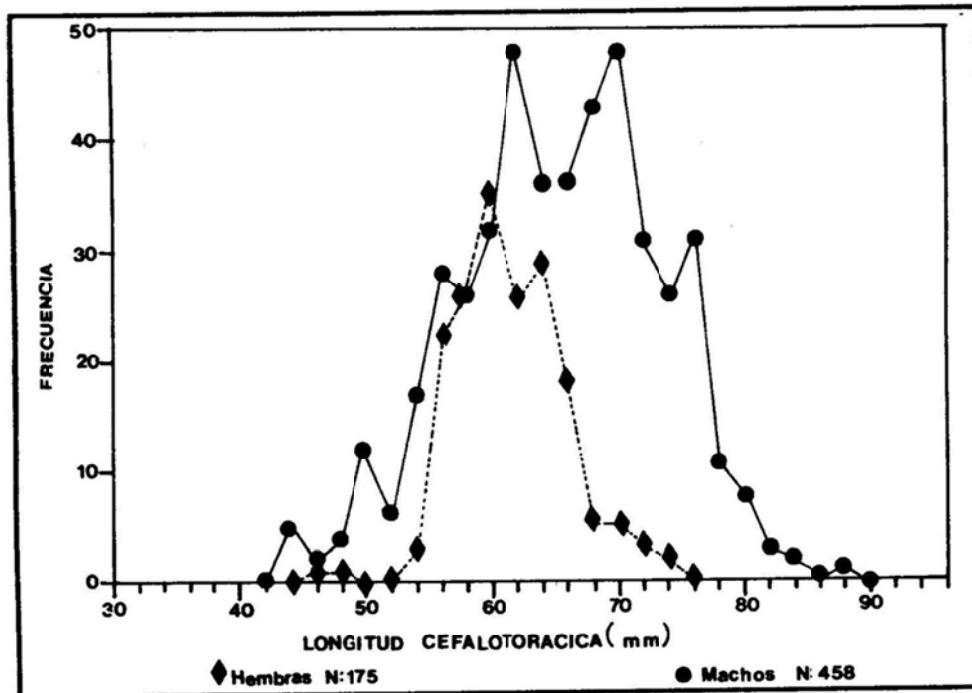


Figura 2. Distribución por tallas (LC en mm) de la captura de *P. guttatus* obtenida con trampas en el arrecife coralino de Puerto Morelos, Q. R. (Octubre 1986-Octubre 1987) (Tomado de Negrete, 1988).

TABLA 2
INFORMACIÓN SOBRE ÉPOCAS DE REPRODUCCIÓN Y TALLAS DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL
(LONGITUD CEFALOTORÁCICA EN mm) DE *P. guttatus* REPORTADAS EN LA LITERATURA
(*TALLA DE LA HEMBRA MÁS PEQUEÑA CAPTURADA EN ESTE ESTUDIO; LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ PUEDE SER AÚN MENOR)

LUGAR	PRESENCIA DE HEMBRAS OVIGERAS	EPOCA DE MAXIMA REPRODUCCION	TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL (L.C.) H. * M.	AUTOR
Florida, EU.	Todo el año.	Marzo-junio	36 mm 40 mm	Caillouet et al, 1971. Chitty, 1973.
Bermuda	Agosto-Octubre	?	?	Sutcliffe, 1953.
Jamaica	Marzo-Noviembre	?	?	Munro, 1974.
Martinica	Todo el año	Mayo-Julio	36 mm 38 mm	Farrugio, 1976.
México	Todo el año	Febrero-Agosto	40 mm ?	Negrete, en prep.

estudio más completo de la reproducción de esta especie es el de Chitty (1973), en Florida.

En todos los casos, se han encontrado hembras ovígeras de esta especie durante prácticamente todo el año. Sin embargo, las épocas de máxima reproducción varían ligeramente entre las distintas localidades, aunque siempre son en primavera y/o verano. Evidentemente, existe una relación con las máximas temperaturas del agua (Chitty, 1973). Este mismo autor señala que las épocas de máxima reproducción pueden diferir en años sucesivos de acuerdo con las variaciones térmicas. En México, la época de máxima reproducción parece ser entre febrero y julio (Negrete, 1988).

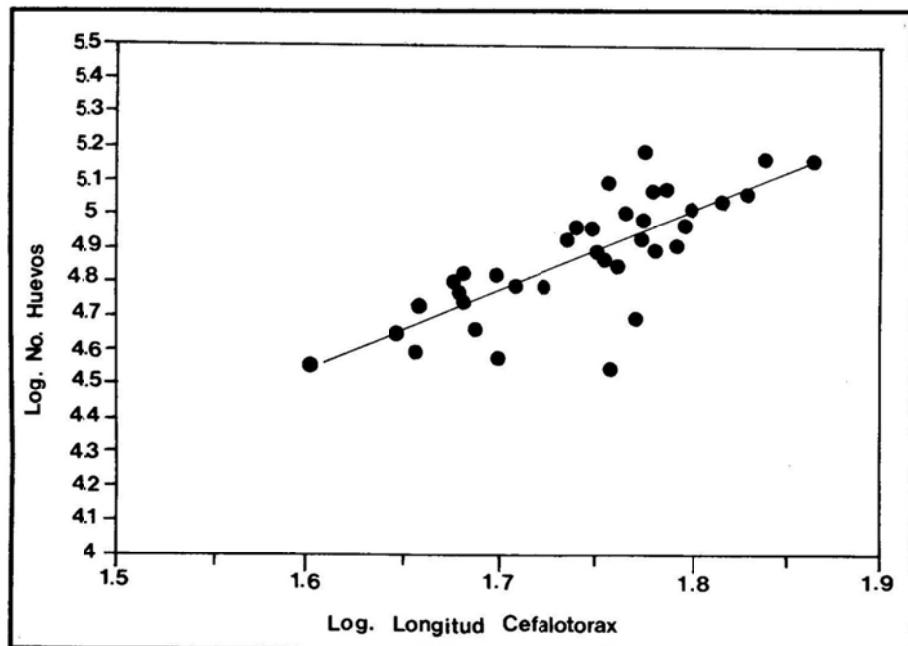
Con respecto a la talla de primera madurez sexual, Chitty (1973) y Farrugio (1976) reportan hembras ovígeras de 36 mm de LC. Este último autor menciona que una hembra de escasos 32 mm de LC presentaba ovarios completamente maduros. En México, la hembra ovígera más pequeña en la muestra fue de 40 mm de LC (Briones *et al.*, 1988), aunque en mayo de 1987, un pescador donó una hembra de *P. guttatus* que se encontraba en el estómago de un mero, y que se encontraba ovígera. Esta hembra medía 36 mm de LC.

Estudios preliminares de fecundidad (número de huevos producido por hembra) para esta especie se han

hecho en Florida (Chitty, 1973), Martinica (Farrugio, 1975) y México (Briones *et al.*, 1988). Sin embargo, los resultados reportados por Farrugio (1976) parecen ser erróneos, debido probablemente al método que utilizó para estimar la fecundidad, que no es el más adecuado por estar sujeto a error.

La fecundidad promedio de las hembras de *P. guttatus* de México (Briones *et al.*, 1988) parece ser ligeramente menor que la de aquéllas de Florida (Chitty, 1973). Sin embargo, cabe la posibilidad de que los resultados estén influenciados por los tamaños de muestra diferentes, ya que en el primer caso se analizaron 42 hembras, mientras que en el segundo solamente 14. En México, la fecundidad va de 36,079 huevos para una hembra de 40.0 mm de LC hasta 150,107 huevos para una hembra de 73.5 mm de LC, y la relación fecundidad/LC parece ser de tipo exponencial (Briones *et al.*, 1988).

Farrugio (1976) señala la posibilidad de que la fecundidad absoluta de una hembra pueda disminuir en desove sucesivos, lo que podría ser una causa de la dispersión más o menos amplia de los puntos en una gráfica de fecundidad vs. longitudcefalotorácica (como por ejemplo se puede apreciar en la figura 3). Se sabe que esto ocurre en *P. argus* de Florida (Creaser, 1950; Lipcius, 1985).



Chitty (1973) señala que a pesar de la enorme diferencia en la fecundidad absoluta entre *P. guttatus* y *P. argus* (donde una hembra de 80.5 mm de LC tiene 326,000 huevos y una de 130 mm de LC tiene 1,337,000 huevos (Briones et al., 1988), la fecundidad relativa (es decir, el número de huevos por gramo de pesc corporal) es muy similar entre ambas especies (700-735 huevos/gramo en *P. argus* y 747 huevos/gramo en *P. guttatus*).

ALIMENTACIÓN

Hasta ahora, el único estudio sobre la alimentación de *P. guttatus* es el de Colinas (1988) en México. Los resultados de este estudio señalan que esta especie es omnívora, y que incluye en su dieta diversos grupos de organismos marinos (crustáceos, moluscos, algas coralinas, esponjas, equinodermos, ascidias, materia vegetal, anélidos y otros), pero que exhibe una marcada preferencia por los crustáceos (incluyendo restos de palinúridos) y moluscos. No hubo diferencias marcadas en las dietas entre ambos sexos.

Colinas (1988) reporta fluctuaciones estacionales en el porcentaje de algunos grupos tróficos que conforman la dieta de esta especie, en particular de las esponjas, los equinodermos y los anélidos. Sin embargo, los dos grupos preferenciales de alimento, los crustáceos y los moluscos, se presentan en altos porcentajes en los contenidos estomacales durante todo el año.

CRECIMIENTO Y MUDA

No se ha hecho hasta la fecha ningún estudio completo sobre el crecimiento de esta especie. Farrugio (1975) estudió su crecimiento relativo y Marfin (1978) propone unos valores para los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, utilizando el método gráfico de Walford. Los puntos para este método los obtuvo aplicando el método de Battacharya (1967) a un polígono de frecuencias de tallas de una muestra de 955 machos y 495 hembras. Con los parámetros así obtenidos, Marfin (1978) concluye que ambos sexos alcanzan su madurez sexual aproximadamente a los dos años de edad.

Negrete (1988) realizó un marcado de *P. guttatus* en Puerto Morelos, pero durante un año de muestreos obtuvo muy pocas langostas recapturadas que mostraron crecimiento. Con estos pocos ejemplares, calcula un crecimiento medio constante de 9.23 mm de longitudcefalotorácica.

Chitty (1973) reporta un período de máxima ocurrencia de muda en la población de Florida, en junio y julio,

inmediatamente después de la época de máxima reproducción. El resto del año, la presencia de langostas recién mudadas es comparativamente muy bajo.

MOVIMIENTOS

Herrnkind (1983) define a *P. guttatus* como un habitante del arrecife coralino, típicamente no-migratorio, que permanece en las cercanías del arrecife en el que habita quizás por la totalidad de su vida benthica, a diferencia de, por ejemplo, *P. argus*, que es una especie altamente migratoria.

El hecho de que las langostas de la especie *P. guttatus* que se capturan en un determinado segmento de arrecife abarcan prácticamente todo el rango de tallas desde subadultos hasta adultos grandes, parece apoyar la definición de Herrnkind.

En México, se llevó a cabo un estudio específico sobre el patrón de movimientos de esta especie (Carrasco-Zanni, 1985). Los resultados de este estudio demuestran la naturaleza residente de *P. guttatus* en la zona. Demuestran, también, que esta especie posee un sentido de orientación muy desarrollado, y que es capaz de regresar a su guarida original desde distancias de hasta 200 m. Esta capacidad fue evidente en langostas de todas las tallas estudiadas.

También se concluyó que *P. guttatus*, por lo menos en la zona estudiada, tiene un ámbito hogareño ("home range") muy reducido, de entre 24 y 50 m.

Aparentemente, el estímulo hidrográfico más importante para la orientación de las langostas de esta especie es la dirección del oleaje. También la dirección de las rizaduras de la arena del fondo parece jugar un papel importante como estímulo topográfico.

Las principales implicaciones de los hábitos sedentarios de esta especie son que cada individuo se limita solamente al área local para obtención de alimento y pareja, y que la competencia intra e interespecífica se da principalmente en su ámbito hogareño.

DENSIDAD

Negrete (1988) marcó 321 langostas de esta especie en dos parches arrecifales relativamente aislados en Puerto Morelos, Q.R., para conocer la abundancia de la misma. Sus resultados evidencian fluctuaciones importantes en la abundancia, de hasta seis veces entre los meses de menor y mayor abundancia. La densidad promedio de *P. guttatus* fué de 24 langostas/ha de macizo arrecifal, densidad muy

similar a la encontrada por Lozano *et al* (1982) para *P. inflatus* del estado de Guerrero, en el Pacífico mexicano, y por Olsen *et al* (1975) para *P. argus* en las Islas Vírgenes americanas.

REGULACIÓN PESQUERA

El único lugar donde hasta 1987 existían medidas regulatorias para la pesca de *P. guttatus* era Martinica, donde existe una talla mínima de captura de 170 mm de Longitud total (aproximadamente 57 mm de LC) (Farrugio, 1975; Farrugio y Saint-Félix, 1975). Estos autores, a la luz de sus resultados de estructura poblacional y tallas de primera madurez sexual, opinan que dicha medida, que fué impuesta "a priori", es excesiva para esta especie en esa localidad, y que no tiene ningún significado biológico claro, por lo que sugieren reducirla, aunque no especifican en cuánto.

Es raro que los biólogos sugieran una reducción en la talla mínima de captura; por lo general las recomendaciones se dan en el sentido de aumentar estas medidas bajo el supuesto de proteger la población reproductora. Pero también es raro el caso en que las tallas mínimas de captura suelen ser excesivas. En México, este caso existe para las especies *P. inflatus* y *P. gracilis* de la costa del Pacífico, en el que Briones *et*

al (1981) demostraron que la aplicación estricta de la talla mínima de captura de 82.5 mm de LC solamente permitiría el aprovechamiento de 32 % de la población de *P. inflatus* y de 26% de la de *P. gracilis*. Con base en esto, y en las pequeñas tallas de madurez sexual mostradas por ambas especies, estos autores sugirieron una reducción de la talla mínima de captura a 75 mm de LC.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *P. guttatus* EN QUINTANA ROO.

Hasta 1987, la especie *P. guttatus* no se encontraba específicamente regulada en nuestro país en el litoral del Caribe y Golfo de México. En 1957 se estableció una talla mínima de captura para la langosta del Caribe (lógicamente basada en *P. argus*) de 14.5 cm de Longitud abdominal (LA), y en 1967 se estableció una veda para la captura de la misma langosta que comprende del 15 de marzo al 15 de julio (Secretaría de Pesca, 1987). Por extensión, estas medidas se aplicaban también a *P. guttatus*. Puesto que 14.5 cm de LA corresponden a 86.8 mm de LC para *P. guttatus* de México (Negrete, 1988), resulta que cualquier captura de esta especie era considerada ilegal, ya que prácticamente ningún individuo de esta especie alcanza esa talla en Quintana Roo (Fig. 4).

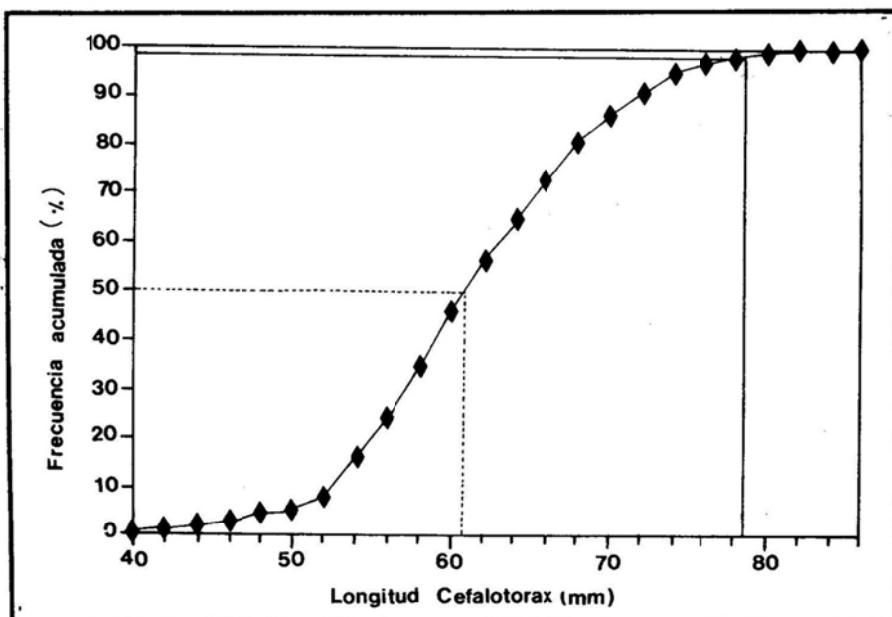


Figura 4. Frecuencia acumulada de la captura de *P. guttatus* con trampas en el arrecife coralino de Puerto Morelos, Quintana Roo (1986-1987, N=633). La línea continua indica la talla mínima legal actual (78.5 mm LC) y la línea discontinua señala la talla mínima legal propuesta (62 mm LC).

En julio de 1987, apareció publicada en el Diario Oficial de la Federación una nueva medida regulatoria, específicamente para *P. guttatus*, que imponía una talla mínima de 13.5 cm. de LA. Aparentemente, el origen de esta medida fué una confusión surgida de la situación particular de la población de *P. argus* en las Bahías Ascensión y Espíritu Santo en Quintana Roo. En estas Bahías, que son unos enormes criaderos naturales de juveniles de esta última especie, los pescadores habían obtenido, desde 1979, un permiso especial para capturar langostas desde 13.5 cm de LA (Miller, 1982), debido a que la talla promedio de las langostas en estas Bahías es menor que en el resto de las áreas de pesca del estado (Lozano *et al.*, 1990). Aparentemente, esta medida era bastante acertada, ya que el análisis de la dinámica poblacional de esas langostas y de las tendencias en la captura por unidad de esfuerzo mensual durante seis temporadas de pesca consecutivas indican que en dichas Bahías la tasa de renovación de la población, la tasa de crecimiento y los movimientos de las langostas permiten su aplicación sin detrimento alguno para el stock (Lozano *et al.*, 1990; Briones *et al.*, 1988) y, al contrario, permiten un aprovechamiento más eficiente del recurso.

Sin embargo, los pescadores de otras áreas empezaron a presionar para que esta medida se hiciera extensiva al resto del litoral. Debido a que el esfuerzo pesquero en el norte del estado parecía indicar un inicio de sobrepesca (Aguilar y González, 1987), las autoridades de pesca se apoyaron en el hecho de que la población de las Bahías tenía características muy particulares e interpretaron estos resultados como si se tratara de poblaciones de una especie de menor tamaño, *P. guttatus*. De esta manera, se intentó hacer oficial la captura de individuos menores en las Bahías argumentando que pertenecían a otra especie.

Este error debería enmendarse, ya que en realidad no beneficia a nadie. En la figura 4 se aprecia que la nueva medida de 13.5 cm. de LA (que corresponde a una LC de 78.5 mm), aplicada a *P. guttatus*, permite solamente la captura legal de menos del 3% de la población. Y puesto que para *P. argus* la talla mínima se unificó en 14.5 cm de LA para todo el estado, resulta que, estrictamente, la captura de individuos de esta especie menores a esa talla, incluso en las Bahías, es considerada ilegal. La situación es todavía más irónica si se toma en cuenta que dentro de las citadas Bahías, la única especie que se presenta es *P. argus* (Lozano, 1990).

Por otro lado, el que *P. guttatus* no represente aún una parte importante en la producción langostera de Quintana Roo, no descarta el que pueda ser considerada como un recurso potencial. La actual reglamentación desalienta su

aprovechamiento, lo cual no es justificable desde el punto de vista biológico ni económico. Por ello, en el presente trabajo se hacen las siguientes recomendaciones para su futuro manejo:

- Reducir la talla mínima de captura a 60 mm de LC, o bien a 11.0 cm de LA, si se desea seguir con el sistema de tallas mínimas basadas en el tamaño de la "cola". Con esta medida, se protege alrededor del 50% de la población adulta (Fig. 4), lo que es suficiente para asegurar un stock reproductor adecuado (Rounsefell, 1975).

- Permitir su captura solamente a través del uso de nasas con luz de malla pequeña. De esta manera, se capturarán más machos que hembras y se protegerá el hábitat arrecifal coralino de los efectos dañinos de la captura por medio de buceo.

- El establecimiento de una veda para esta especie solamente podrá hacerse con un mayor conocimiento de sus épocas de muda y crecimiento, para determinar las épocas de máximo aumento de biomasa y, por ende, de máximo reclutamiento a la pesquerfa. Si el patrón observado por Chitty (1973) en Florida se observa también en México, podría considerarse cerrar la pesca durante junio y julio, que es cuando el grueso de la población muda.

LITERATURA CITADA.

- AGUILAR, C. Y J. GONZALEZ C., 1987. Explotación de langosta espinosa en el norte del estado de Quintana Roo, durante la temporada 1986-87. Análisis de la composición por tallas y de producción de la captura comercial. *Informe Técnico, Programa Langosta, Inst. Nal. Pesca, Sra. Pesc.: 1-36.*
- BATTACHARYA, C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23 (1): 115-136.
- BRIONES, P., E. LOZANO, A. MARTINEZ Y S. CORTES, 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo, Gro., México. (Crustacea: Palinuridae). *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*, 8 (1): 79-102.
- BRIONES, P. E., E. LOZANO, F. COLINAS Y F. NEGRETE, 1988. Biología y dinámica poblacional de las langostas del Caribe mexicano. Informe final Proyecto Inst. Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. de México/Consejo Nacional de Ciencia y tecnología, Clave PCECBNA-21927. 231 p.
- CAILLOUET, C.W. Jr., G.L. BEARDSLEY Y N. CHITTY, 1971. Notes on size, sex ratio and spawning of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Latreille), near Miami Beach, Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 21 (4): 944-951.
- CARRASCO-ZANINI, G., 1985. Algunos aspectos del patrón de movimientos (regreso al refugio, ámbito hogareño y orientación) de la langosta del Caribe *Panulirus guttatus* (Latreille). Tesis Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.

- COLINAS, F. (1988). Patrones de alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* en Puerto Morelos, Q.R., México. Tesis Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.
- CREASER, E.P., 1950. Repetition of egg laying and number of eggs of the Bermuda spiny lobster. *Proc. Gulf Caribb Fish. Inst.*, 2: 30-31.
- CHITTY, N., 1973. Aspects of the reproductive biology of the spiny lobster *Panulirus guttatus* Latreille. Ms. Thesis, Univ. Miami: 1-60.
- ELDRED, B., C.R. FUTCH Y R.M. INGLE, 1972. Studies of juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in Biscayne Bay, Florida. *Fla. Dep. Nat. Res., Spec. Sci. Rep.* 35: 1-15.
- FARRUGIO, H., 1975. Observations sur deux langoustes de la Martinique: *Panulirus argus* et *Panulirus guttatus*. Premières données biométriques et étude comparée de leurs croissances relatives. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 247: 11-20.
- FARRUGIO, H., 1976. Contribution à la connaissance de la sexualité des langoustes *Panulirus guttatus* et *Panulirus argus* dans les eaux Martiniquaises. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 254: 1-11.
- FARRUGIO, H. Y C. SAINT-FELIX, 1975. Étude des fonds de pêche du littoral atlantique Martiniquais: Ressources, exploitation, perspectives. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 251: 1-20.
- HERRNKIND, W.F., 1983. Movement patterns and orientation. In: Vernberg, F.J. y W. Vernberg (Eds.) *The Biology of Crustacea*, Vol 7: Behavior and Ecology. Academic Press, Nueva York: 41-106.
- LIPCIUS, R.M., 1985. Size-dependent reproduction and molting in spiny lobsters and other long-lived decapods. In: Wenner, A. (Ed.) *Crustacean Issues, Vol. 3. Factors in Adult Growth*. Balkema Press, Rotterdam: 129-148.
- LOZANO, E., 1990. Manejo de la Pesquería de langostas *Panulirus argus* en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo, México. *Mem. del Taller sobre Manejo de la Pesquería de Langosta, Com. Téc. Consult. Prog. Langosta Golfo de Mex. y Caribe, SEPESCA/UNAM*: 33-41.
- LOZANO, E., P. BRIONES Y B.F. PHILLIPS, (1990). Spiny lobster fishery in Bahía de la Ascensión, Q.R., México. *Proc. Workshop Mexico-Australia Mar. Sci. Mérida, México*: 379-391
- LOZANO, E., P. BRIONES, L. SANTARELLI Y A. GRACIA. 1982. Densidad poblacional de *Panulirus gracilis* Streets y *P. inflatus* (Bouvier) (Crustacea, Palinuridae) en dos áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro., México. *Ciencia Pesquera, Inst. Nal. Pesca Srta. Pesca México* 3: 61-73.
- MARFIN, J.P., 1978. Biologie et pêche de la langouste *Panulirus guttatus* en Martinique. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 278: 1-10.
- MARX, J.M. Y W.F. HERRNKIND, 1985. Macroalgae (Rhodophyta: Laurencia spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (2): 1-23.
- MILLER, D.L., 1982. Mexico's Caribbean Fishery: recent change and current issues. Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin-Milwaukee.
- MORGAN, G. R. 1974. Aspects of the population dynamics of the western rock lobster, *Panulirus cygnus* George. 2. Seasonal changes in the catchability coefficient. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 25(2): 249-259.
- MUNRO, J.L., 1974. The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Part V.1. The biology, ecology and bionomics of caribbean reef fishes: VI Crustaceans (Spiny lobsters and Crabs). *Zool. Dept., Univ. West Indies Res. Rep.* 3: 1-57.
- NEGRENTE, F. (1988). Algunos aspectos poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* en Puerto Morelos, Q.R., México. Tesis Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.
- OLSEN, D., W. F. HERRNKIND Y R. A. COOPER, 1975. Population dynamics, ecology and behavior of spiny lobster, *Panulirus argus*, of St. John, U. S. Virgin Islands: Introduction. *Sci. Bull. Nat. Hist. Mus. L. A. County, Calif.* 20:11-16.
- PINTO, R. M. y R. SARAIVA DAC, 1970. Estudios de biología da pesca de lagosta no Ceará-Dados de 1969. *Arg. Cién. Mar.*, 10(2):134-142.
- ROBERTSON, P.B., 1968. The complete larval development of the sand lobster *Scyllarus americanus* Smith (Decapoda, Scyllaridae) in the laboratory, with notes on larvae from the plankton. *Bull. mar. Sci.*, 18 (2): 294-342.
- ROUNSEFELL, G.A., 1975. Ecology, utilization and management of marine fisheries. The C.V. Mosby Company, Saint Louis: 1-516.
- SECRETARIA DE PESCA, 1987. Esquema de regulación propuesta para la administración de la pesquería de Langosta. Dir. Gral. Adm. nón. Pesquerías, Sec. Pesca, México.
- SUTCLIFFE, W.H. Jr., 1953. Notes on the biology of a spiny lobster, *Panulirus guttatus* in Bermuda. *Ecology*, 34 (4): 794-796.

RESUMEN DE LAS MESAS DE DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DEL TALLER.

MESA 1: LA REGULACIÓN ACTUAL

Se inició la mesa discutiendo la validez de aplicar modelos y se enfatizó el tener mucho cuidado al analizar poblaciones de langosta por sus características biológicas. Se consideró que se deben aplicar modelos, pero insistiendo en las limitaciones e intervalos de confianza tan grandes que se tendrían.

Se hizo hincapié en centrar la discusión en los problemas de México, sin olvidar las bases generales propuestas en otros países.

Se propone que la pesquería de langosta en la Península de Yucatán requiere de un esfuerzo específico de modelación por su gran complejidad.

Dado que las medidas actuales contemplan tres puntos principales, que son:

- talla mínima de captura de 14.5 cm de longitud abdominal;
- periodo de veda del 15 de marzo al 15 de julio (a excepción de 1988);
- prohibición permanente de captura de hembras ovígeras;

se decidió que se hiciera un análisis de dichas medidas.

Se discutió el objeto de la existencia de la veda, y después de analizar si ésta era para proteger hembras ovígeras, o para proteger al conjunto de la población por medio de una reducción del esfuerzo pesquero, se concluyó que esta última es la razón principal.

Se inició una discusión sobre las tallas mínimas y la implantación de medidas de protección permanentes para hembras ovígeras, discusión que se continuó hasta la segunda mesa.

Dada la naturaleza dinámica del recurso, se consideró que la reglamentación actual debería someterse a

revisión, para verificar su validez en las condiciones actuales.

Se observa que la interrelación de las tres medidas de regulación es tan grande, que es difícil separarlas; sin embargo, se consideró la eliminación de la prohibición de pescar hembras ovígeras, consideración que se continuó en las mesas posteriores.

Hubo consenso en cuanto a la falta de aplicación real de las medidas de regulación, debido principalmente al método de pesca utilizado (buceo con gancho), así como a la venta ilegal durante la veda, principalmente en la zona norte de Quintana Roo.

Se enfatizó la necesidad de que durante la próxima reunión del Comité, todos los sectores involucrados se comprometan a respetar la reglamentación vigente.

Es difícil determinar la validez de la regulación actual, pero se deberían hacer estudios para determinar la talla mínima de captura óptima, y analizar el impacto social de la supresión de la protección a hembras ovígeras.

Se acordó revisar y discutir con bases científicas y de manera periódica, las medidas de regulación.

MESA 2: ALTERNATIVAS DE MANEJO

Se discutieron la talla mínima de captura, la veda, la prohibición de capturar hembras ovígeras, la tecnificación de la captura y la limitación del esfuerzo de pesca, para lo cual se recomendó tomar en cuenta el estado del desarrollo de la pesquería en cada zona.

Al respecto, se consideró que en la zona norte de Quintana Roo la expansión de la pesquería presenta limitaciones geográficas y se encuentra ya desarrollada, según lo indica el hecho de que la magnitud de la captura se ha mantenido a pesar del incremento en el esfuerzo de pesca, y que en la zona centro y sur de la misma entidad, así como en el Estado de Yucatán, la pesquería se encuentra poco desarrollada.

Se consideró conveniente que todas las medidas de regulación de la pesquería, incluida la talla mínima de captura, sean uniformes para los litorales de Yucatán y Quintana Roo, con el fin de facilitar su cumplimiento, y que en su instrumentación se tomen en cuenta los métodos y artes de pesca.

En relación con la talla mínima de captura se presentaron varias proposiciones, con base en estudios realizados en las zonas centro y norte de Quintana Roo; pero dado que aun no se concluye el análisis de la información disponible para todas las zonas, se propuso esperar a reunir en un plazo breve los resultados que se obtengan al respecto, para contar con una fundamentación más sólida.

Con respecto a la veda, el consenso fue en el sentido de que es un instrumento útil para reducir el esfuerzo de pesca y proteger procesos vitales del recurso. Asimismo, se estableció que es conveniente que la veda conserve su duración de cuatro meses, pero debe modificarse para abarcar del 1 de marzo al 30 de junio inclusive, lo que coincide con uno de los períodos de mayor abundancia de hembras ovígeras.

Para la protección de hembras ovígeras, es necesario suprimir la captura por medio de buceo y gancho, que causa daños irreversibles a los organismos.

En cuanto a los métodos y artes de pesca, se plantea la conveniencia de tecnificar la captura mediante el uso de nasas (trampas) y sombras (refugios artificiales) para sustituir la pesca por buceo, dadas sus consecuencias negativas sobre el recurso y sobre la integridad física de los pescadores. Por otro lado, se consideró como una alternativa interesante la posible parcelación de las áreas de pesca en función de las necesidades particulares y los intereses de las diferentes localidades. Esto puede contribuir a la autovigilancia y a la organización de las operaciones de captura en zonas someras con el uso de artes de pesca fijos. Este esquema ha tenido éxito en la zona centro de Quintana Roo (Punta Allen y Punta Herrero), y podría considerarse como una alternativa para la pesquería de Yucatán.

Con respecto al control del esfuerzo de pesca, se planteó que en el caso de la zona de Isla Mujeres debería considerarse la conveniencia de restringir su crecimiento mediante la limitación en el número de cooperativas y socios, dado que en los últimos años se ha observado que la captura se ha mantenido estable a pesar del incremento en el esfuerzo.

MESA 3: CONCLUSIONES

A) ESTRATEGIAS DE MANEJO

Hubo consenso en el sentido de que las medidas de regulación sean uniformes para toda la región de Yucatán y Quintana Roo, puesto que esto presenta ventajas respecto a la efectividad de la vigilancia; sin embargo, para definir la talla mínima de captura se debe incorporar toda la información obtenida hasta el momento en ejercicios de modelaje que permitan analizar los posibles efectos de diferentes tallas mínimas. Asimismo, se deben tomar en cuenta aspectos socioeconómicos de cada zona y los criterios que se han tomado en otros países para imponer tallas mínimas de captura. Se sugiere una reunión del grupo de investigación del Comité en septiembre de 1988 para analizar los resultados de estos ejercicios.

Se sugiere que el periodo de veda sea del 1 de marzo al 30 de junio por las siguientes razones:

- La función principal de una veda es la reducción del esfuerzo de pesca sobre una población.

- Muchos países han establecido sus vedas en épocas de máxima reproducción como medida precautoria. En el caso de la Península de Yucatán, el mes de marzo corresponde a uno de los períodos de mayor incidencia de hembras ovígeras, por lo que se estimó conveniente que la veda cubra todo este mes.

- Las operaciones de pesca en la región de la Península de Yucatán se verían favorecidas con esta medida, debido a que, en términos generales, las condiciones ambientales son menos adversas en julio que en marzo.

Por lo que concierne a la prohibición de capturar hembras ovígeras y descolar a bordo, existe consenso por parte de este grupo del Comité, en no hacer propuestas al respecto hasta que se aplique la regulación vigente sobre métodos y artes de pesca, ya que el buceo con gancho provoca daños irreversibles a los organismos.

Con respecto a los métodos de pesca para la captura de langosta, hubo consenso en que se requiere implementar la utilización de nuevos artes y métodos de pesca, concluyéndose que las alternativas más viables son las nasas (trampas) y las sombras (refugios artificiales).

B) NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

. Colaboración Interinstitucional

Se concluyó que es imprescindible que las instituciones de investigación que se encuentran en el área geográfica de Yucatán y Quintana Roo y que realizan investigaciones sobre la langosta colaboren de una manera estrecha intercambiando información y, mas adelante, desarrollando proyectos de investigación en forma conjunta.

De manera inmediata, se acordaron las siguientes colaboraciones:

- Cada investigador o grupo de investigadores pondrá a disposición de este grupo de trabajo sus datos actuales sobre estructura de tallas, parámetros poblacionales, captura y esfuerzo.

- Para ahorrar viajes a Punta Allen, Q.R. a los investigadores del CRIP-Yucalpetén y CINVESTAV-Mérida, los grupos del CIQRO y de la UNAM se ofrecen a tomar los datos que requieran los primeros en sus visitas mensuales a esta localidad.

- Con el objeto de implementar el acuerdo anterior y también para informar a los pescadores de Punta Allen sobre las investigaciones que realizan en esta localidad las diversas instituciones, así como la coordinación existente entre ellas, se hará una visita conjunta el 11 de agosto de 1988.

- Se apoyará la publicación de los datos colectados en Isla Mujeres desde la temporada 1982-83 por el T.A. Carlos Aguilar C., de la Estación de Investigaciones Pesqueras de Isla Mujeres, como un estímulo a su labor técnica, quedando de esta manera accesibles al resto de la comunidad de investigación de una manera formal.

- Se acordó crear un Banco de Datos con la información de aquellos investigadores que deseen participar en el mismo, para lo cual se deberán establecer normas generales para su utilización, así como unificar los sistemas de computación que se utilizarán.

- En la medida de las posibilidades, y de acuerdo con las necesidades de cada proyecto de investigación, se intentará coordinar salidas al campo para optimizar la utilización de recursos.

- Prioridades de Investigación

Del análisis de la información con que cuenta actualmente cada institución, así como de la relación de proyec-

tos de investigación en desarrollo, se identificaron las siguientes prioridades de investigación:

- Tecnificación de la Captura

Para suprimir el buceo con gancho como método de captura de langosta, es necesario presentarle al pescador otra alternativa. Hubo consenso en que antes de proponer el uso de algún método o arte de pesca en un lugar determinado, se deben analizar profundamente diversos aspectos asociados a su uso (eficiencia de las artes, costos y beneficios, problemas de organización, efectos sobre el recurso, etc.), a través de proyectos de pesca experimental. Dichos proyectos deberán estar bien fundamentados y estructurados, y su puesta en práctica estará a cargo de grupos de personas con la experiencia necesaria para ello.

Los proyectos de pesca experimental podrán estar asociados con pescas exploratorias para localizar nuevas áreas de pesca.

Actualmente, existe la iniciativa de llevar a cabo un proyecto de este tipo en el estado de Yucatán. También hay un proyecto de expansión de la pesquería de langosta en Quintana Roo elaborado por la UNAM. Se sugiere que ambos proyectos se enriquezcan con las opiniones del resto del grupo de investigadores del Comité, y que se analicen las posibles fuentes de financiamiento para estos proyectos.

- Diferenciación de unidades de población

Enfoque genético: CINVESTAV-Mérida analizará la posibilidad de iniciar esfuerzos de investigación para diferenciar poblaciones de langostas por medio de estudios electroforéticos.

Parámetros poblacionales y morfométricos: Se reconoció la dificultad de utilizar este enfoque para diferenciar poblaciones en organismos como las langostas, cuya variabilidad en el crecimiento y mortalidad es muy grande. Sin embargo se acordó, como una necesidad, el caracterizar las langostas que se pescan en diversas regiones a través de sus relaciones morfométricas y sus parámetros poblacionales.

- Reclutamiento

Se reconoce al reclutamiento como uno de los parámetros poblacionales más relevantes para el desarrollo de modelos pesqueros, pero cuya estimación presenta una gran dificultad en el caso de las langostas. Sin embargo, se requiere que algunas investigaciones

se enfoquen al modelaje del reclutamiento de las langostas en Yucatán y Quintana Roo.

- Investigaciones tendientes a fundamentar medidas de regulación, con modelaje de los impactos de éstas en la pesquería.

. Estudios de crecimiento y talla de primera madurez sexual.

. Epocas de máxima reproducción.

. Migraciones.

. Análisis bioeconómico dinámico de la pesquería.

La obtención de datos para estas investigaciones se hará a partir de proyectos específicos, o bien en conjunto con otro tipo de proyectos; por ejemplo, los proyectos de pesca experimental y pesca exploratoria

pueden servir de apoyo a proyectos de estudios de migraciones, a través del marcaje y liberación de los ejemplares capturados.

Se reconoce la necesidad de abordar aspectos de migraciones de manera conjunta, debido al alto costo de este tipo de proyectos, así como analizar las posibles fuentes de financiamiento nacionales e internacionales.

C) RECOMENDACIONES SOBRE ACTIVIDADES FUTURAS DEL COMITÉ

Se recomienda la realización de una reunión de Comité específicamente para tratar aspectos relacionados con la vigilancia, haciendo énfasis en la participación de los responsables de la regulación y vigilancia, así como de los usuarios del recurso.

Taller Regional Sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta fué editado por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y el Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA. Gestión Editorial del Dr. Carlos del Río Estrada. Su formación estuvo a cargo de Longino Jácome Pérez y Nicolás Navarro Paredes. Se terminó de imprimir en Micro Archivos S. C. ubicada en Calle Y No. 4, Tepepan, Xochimilco, México, D. F., el 12 de julio de 1991. El tiraje consta de 1,000 ejemplares.

TITULOS PUBLICADOS / TITLES PUBLISHED

Publicaciones Especiales / Special Publications

1. Caso, M.E. 1978. LOS EQUINOIDEOS DEL PACIFICO MEXICANO.
Parte primera: órdenes Cidaroidea y Aulodonta.
Parte segunda: órdenes Stolidonta y Camarodonta.

THE ECHINOIDS OF THE PACIFIC COAST OF MEXICO.
First part: orders Cidaroidea and Aulodonta.
Second part: orders Stolidonta and Camarodonta.
Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 1: 1-244

2. Yáñez-Arancibia, A. 1978. TAXONOMIA, ECOLOGIA Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE PECES EN LAGUNAS COSTERAS CON BOCAS EFIMERAS DEL PACIFICO DE MEXICO.

TAXONOMY, ECOLOGY AND STRUCTURE OF FISH COMMUNITIES IN COASTAL LAGOONS WITH EPHEMERAL INLETS ON THE PACIFIC COAST OF MEXICO.
Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 2: 1 - 306

3. Caso, M.E. 1979. LOS EQUINODERMOS (Asteroidea, Ophiuroidea y Equinoidea) DE LA LAGUNA DE TERMINOS, CAMPECHE.

THE ECHINODERMS (Asteroidea, Ophiuroidea and Echinoidea) OF TERMINOS LAGOON, CAMPECHE.
Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 3: 1 - 186

4. Caso, M.E., 1980. LOS EQUINOIDEOS DEL PACIFICO DE MEXICO. Parte Tercera: orden Clypeasteroida.

THE ECHINOIDS OF THE PACIFIC COAST OF MEXICO.
Third part: order Clypeasteroida.
Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 4: 1 - 252

5. García - Cubas, A. 1981. MOLUSCOS DE UN SISTEMA LAGUNAR TROPICAL EN EL SUR DEL GOLFO DE MEXICO (LAGUNA DE TERMINOS, CAMPECHE).

MOLLUSKS OF A TROPICAL LAGOON SYSTEM IN THE SOUTHERN GULF OF MEXICO (TERMINOS LAGOON, CAMPECHE).
Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 5: 1 - 182.

6. Caso, M.E., 1983. LOS EQUINOIDEOS DEL PACIFICO DE MEXICO Parte cuarta: órdenes Cassiduloidea y Spatangoidea.

THE ECHINOIDS OF THE PACIFIC COAST OF MEXICO.
Fourth part: orders Cassiduloidea and Spatangoidea.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 6: 1 - 200.

7. Schwartzlose, R.A. and J.R. Hendrickson, 1983. BIBLIOGRAFIA DEL GOLFO DE CALIFORNIA: CIENCIAS MARINAS (hasta el final de 1981).

BIBLIOGRAPHY OF THE GULF OF CALIFORNIA: MARINE SCIENCES (through 1981).
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 7: 1 - 212.

8. Segura - Puertas, L., 1984. MORFOLOGIA, SISTEMATICA Y ZOOGEOGRAFIA DE LAS MEDUSAS (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) DEL PACIFICO TROPICAL ORIENTAL.

MORPHOLOGY, SYSTEMATICS AND ZOOGEOGRAPHY OF MEDUSAE (Cnidaria: Hydrozoa and Scyphozoa) FROM THE EASTERN TROPICAL PACIFIC.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 8: 1 - 320.

9. Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez Gil , 1986. LOS PECES DEMERSALES DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL SUR DEL GOLFO DE MEXICO. I. CARACTERIZACION AMBIENTAL, ECOLOGIA Y EVALUACION DE LAS ESPECIES, POBLACIONES Y COMUNIDADES.

THE DEMERSAL FISHES OF THE SOUTHERN GULF OF MEXICO SHELF. I. ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION, ECOLOGY AND EVALUATION OF SPECIES, POPULATIONS AND COMMUNITIES.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 9: 1-230

10. Hendrickx, M.E. y J. Selgado-Barragán, 1988. LOS ESTOMATOPODOS (Crustacea: Hoplocarida) DEL PACIFICO MEXICANO.

THE STOMATOPODS (Crustacea: Hoplocarida) FROM THE PACIFIC COAST OF MEXICO.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 10: 1-200 (1991).

11. Caso, M. E., 1987. EQUINODERMOS DE LA BAHIA DE MAZATLAN, SINALOA.

THE ECHINODERMS FROM MAZATLAN BAY, SINALOA.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Esp. 11: 1 - 214 (1991).

Publicaciones Técnicas / Technical Publications

1. Comité Técnico Consultivo del Programa Langosta del Golfo de México y Caribe, 1988
TALLER REGIONAL SOBRE MANEJO DE LA PESQUERIA DE LA LANGOSTA.

Technical Advisory Committee for the Program Gulf of Mexico and Caribbean Lobster, 1988
REGIONAL WORKSHOP ON THE MANAGEMENT OF THE LOBSTER FISHERIES.
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.
Publ. Técn. 1 : 1-70 (1991).

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA UNAM

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA SEPESCA

TALLER REGIONAL PESQUERIAS LANGOSTA 1991