

.....
Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca

**INSTITUTO
NACIONAL
DE LA PESCA**



**Sustentabilidad
y Pesca
Responsable en México**

Evaluación y Manejo

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

SAGARPA

**Sustentabilidad
y Pesca
Responsable en
México**

Coordinación Editorial

JUAN CUELLAR P.

Diseño y formación electrónica

CARLOS O. CADENA

Producción editorial

Agosto de 2006 — Impreso en México — Printed in Mexico

ISBN: 968-800-684-X

© **Instituto Nacional de la Pesca**

Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac

Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F.

Tels.: (55) 5604-9169 y 5688-1469, Fax: (55) 5688-8418

Todos los derechos reservados, prohibida la reproducción parcial o total, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético, con fines comerciales. Esta publicación es de divulgación científica y para fines de investigación.

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,
Pesca y Alimentación

Dr. Guillermo Compeán Jiménez

Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca

Ing. Ramón Corral Ávila

Comisionado Nacional de Acuacultura y Pesca

Comité Editorial

Dr. Francisco Arreguín Sánchez

Biol. Luis Beléndez Moreno

M. en C. Ignacio Méndez Gómez-Humarán

Dr. Rafael Solana Sansores

Dr. Carlos Rangel Dávalos

Prólogo.....	VII

Introducción.....	IX

Pesquerías del Pacífico

Abulón	1
Pesquería	3
Aspectos Socioeconómicos	11
Perspectivas	29
Referencias	33

Atún	39
Pesquería	41
Aspectos Socioeconómicos	50
Perspectivas	57
Referencias	61

Calamar	63
Pesquería	65
Aspectos Socioeconómicos	74
Perspectivas	81
Referencias	83

Erizo	87
Pesquería	89
Aspectos Socioeconómicos	93
Perspectivas	97
Referencias	98

Huachinango	101
Pesquería	103
Aspectos Socioeconómicos	118
Perspectivas	125
Referencias	127

Jaiba	131
Pesquería	133
Aspectos Socioeconómicos	142
Perspectivas	149
Referencias	151

Langosta	155
Pesquería	157
Aspectos Socioeconómicos	173
Perspectivas	201
Referencias	205
Langostilla	211
Pesquería	213
Aspectos Socioeconómicos	215
Perspectivas	217
Referencias	217
Macroalgas	219
Pesquería	221
Aspectos Socioeconómicos	238
Perspectivas	240
Referencias	241
Mejillón	245
Pesquería	247
Aspectos Socioeconómicos	255
Perspectivas	258
Referencias	260
Pelágicos	263
Pesquería	265
Aspectos Socioeconómicos	279
Perspectivas	292
Referencias	295
Rayas	303
Pesquería	305
Aspectos Socioeconómicos	313
Perspectivas	317
Referencias	319
Tiburón	323
Pesquería	325
Aspectos Socioeconómicos	344
Perspectivas	354
Referencias	357

Pesquerías de Aguas Continentales

Lago de Chapala	367
Pesquería	369
Aspectos Socioeconómicos	377
Perspectivas	387
Referencias	388
 Lago de Pátzcuaro	391
Pesquería	393
Aspectos Socioeconómicos	402
Perspectivas	411
Referencias	418

Pesquerías del Golfo de México

Camarón	425
Pesquería	427
Aspectos Socioeconómicos	445
Perspectivas	465
Referencias	471
 Lisa y Lebrancha	477
Pesquería	479
Aspectos Socioeconómicos	488
Perspectivas	499
Referencias	501
 Mero	503
Pesquería	505
Aspectos Socioeconómicos	509
Perspectivas	516
Referencias	520
 Pulpo	523
Pesquería	525
Aspectos Socioeconómicos	531
Perspectivas	539
Referencias	541



PRÓLOGO

La pesca es una actividad económica importante para México. Sin embargo enfrenta grandes retos, principalmente por el asentamiento de comunidades humanas que se establecen en los litorales de los mares mexicanos y de los cuerpos de aguas interiores. En efecto, la presión sobre los recursos tanto para que sean fuentes de alimento como para que generen empleos directos e indirectos se ha incrementado notablemente en los últimos años.

También hay que agregar que la mayoría de los recursos, que bajo las condiciones actuales son atractivos desde el punto de vista del mercado, han alcanzado la captura máxima posible bajo el principio de un manejo pesquero sustentable, por lo que el esfuerzo de pesca que soportan esos recursos debe de ser estimado y controlado.

Por otro lado el aumento del esfuerzo de pesca trae consigo también, en muchos de los casos, un incremento en la captura de especies incidentales que no son el objeto de la pesquería pero que sin embargo juegan un papel muy importante en el medio ambiente ya que pueden afectar a la producción de otras pesquerías, ecosistemas frágiles o al equilibrio de los mismos ecosistemas. Por eso el manejo tiene que incluir hoy día el impacto de las pesquerías en el medio ambiente.

Bajo este escenario, es evidente la responsabilidad de adoptar medidas para el ordenamiento de los recursos pesqueros bajo un enfoque mas adaptado a la realidad. La adopción y aplicación del concepto de desarrollo sustentable y pesca responsable, que es imprescindible, solo es posible si se cuenta con la información y las herramientas para la adopción de medidas de ordenamiento basadas en la mejor evidencia científica disponible.

En México, desde hace tiempo, también se incorporó el concepto de enfoque precautorio, en el cual se explicita el papel de la ciencia como elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos naturales bajo la premisa de un aprovechamiento económicamente óptimo, biológicamente sustentable y socialmente aceptado. Bajo esas condiciones, es necesario un esquema administrativo pesquero basado en información y en investigación robusta, que sustente la toma de decisiones.

En el libro “Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo” del Instituto Nacional de la Pesca (INP), en sus versiones 1997-1998, y 1999-2000, se integró la información científica disponible sobre los principales recursos. La versión 2001-2005 actualiza las evaluaciones para los recursos más importantes y representa una nueva base para la toma de decisiones.

Este nuevo volumen sigue la misma línea de trabajo de las versiones anteriores donde se usaron métodos de vanguardia, investigación en tiempo real, puntos de referencia, incertidumbre explícita y riesgo en la toma de decisiones; se distingue porque ha sido objeto de una larga revisión por investigadores externos y porque los trabajos realizados por el personal del INP han sido expuestos sistemáticamente a la discusión y crítica científica a través de un programa continuo de foros científicos públicos a lo largo del periodo 2001-2005.

Un avance significativo para la evaluación de recursos pesqueros ha sido la implementación del sistema de seguimiento por satélite en todas las embarcaciones mayores (VMS) y de los programas de observadores científicos a bordo en las flotas de embarcaciones mayores de barcos camaroneros del Pacífico desde la temporada 2004-2005 y en el Golfo de México desde la temporada 2005-2006, así como el programa de observadores en las embarcaciones menores del alto Golfo de California. Estos programas se agregan a los de observadores en las flotas atuneras del Pacífico y del Golfo de México implementados desde 1992.

Con el programa de seguimiento satelital será posible estimar el esfuerzo de pesca en tiempo real y explorar en un futuro cercano nuevos esquemas de manejo. De igual manera la información generada por los observadores a bordo y los muestreos realizados directamente sobre un determinado lance de pesca, nos permitirán trabajar las estimaciones necesarias para los diferentes métodos de evaluación de los recursos, bajo un esquema de estratos espacio-temporales más finos y en tiempo real.

Con estas nuevas herramientas también es posible hacer más eficientes y eficaces las regulaciones propuestas, sin olvidar que la participación activa de los sectores productivos, académicos y de organizaciones no gubernamentales deberá ser una práctica común. El programa de foros científicos públicos debe reforzarse como un elemento de integración, apertura, transparencia y promoción de la sociedad en la toma de decisiones de manejo pesquero.

La presente edición actualizada del libro “Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo” 2001-2006 nuevamente proporciona elementos de gestión, orientación y planeación para la conservación y el aprovechamiento de los recursos acuáticos mexicanos más importantes. Se constituye para la sociedad como un instrumento de consulta para el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros de nuestra Nación.

GUILLERMO A COMPEÁN JIMÉNEZ



INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera tiene un valor económico, social y alimentario. La pesca es parte de una cadena productiva donde se generan empleos directos e indirectos, valor agregado, divisas, materia prima para otras industrias y es parte de la seguridad alimentaria. Sin embargo las tendencias en las capturas de la pesca mundial continúan estabilizadas en los últimos años, a pesar de los incrementos en el esfuerzo de pesca. La demanda excesiva ha generado un esfuerzo pesquero y tasas de aprovechamiento generalmente superiores a las que los recursos pesqueros pueden soportar.

La exagerada demanda de alimento provoca la sobreexplotación de los recursos pesqueros y conlleva problemas asociados, como son la captura incidental de especies no objetivo, el descarte de las especies sin valor comercial, y el deterioro ambiental, especialmente en las áreas costeras, que provoca la pérdida de hábitats y la contaminación.

Ante este panorama, el INP redobla esfuerzos de investigación para determinar la situación actual de los recursos acuáticos que se constituyen en pesquerías importantes. El propósito fundamental es proveer a los administradores y a la sociedad en general, con las recomendaciones de uso y manejo más apropiadas para su aprovechamiento adecuado.

Para permitir difundir las evaluaciones realizadas por el personal del INP con la mayor prontitud posible se actualizó el libro *Sustentabilidad y Pesca Responsable*, incorporando seis pesquerías más y ampliando dos capítulos correspondientes a tiburones. Al igual que en las versiones precedentes, se siguieron metodologías de vanguardia en la evaluación de stocks.

El estatus de las pesquerías y recursos acuáticos incluidos en las versiones anteriores se han actualizado. La incorporación y ampliación de capítulos de otras pesquerías significa un avance en la política orientada al manejo sustentable de los recursos.

La presente edición proporciona un panorama actualizado de la actividad pesquera a los sectores privado, social, instituciones de educación media y superior, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como a toda persona involucrada en el estudio, producción y administración de los recursos pesqueros y en la conservación de especies protegidas de nuestro país.

Se integraron y analizaron 19 pesquerías comerciales de peces e invertebrados, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe. Estas pesquerías representan más del 70% del volumen de producción y del valor de la captura nacional. Se incluyeron, además, dos lagos.

Las especies incluidas corresponden a los siguientes recursos o embalses:

Océano Pacífico: seis actualizaciones: abulón, atún, erizo de mar, langosta, calamar y pelágicos menores; cinco nuevos capítulos: jaiba, langostilla, macroalgas, mejillón y huachinango; dos ampliaciones: rayas y tiburones del Golfo de Tehuantepec, como una ampliación del capítulo de la versión anterior sobre tiburones artesanales.

Golfo de México y Mar Caribe: cuatro actualizaciones: lisa y lebrancha, pulpo, camarón y mero.

Aguas continentales: Una actualización del Lago de Pátzcuaro, y un nuevo capítulo sobre el Lago de Chapala.

Cada capítulo del libro está dividido en cuatro secciones:

En la sección de LA PESQUERÍA se describen las especies que son aprovechadas. Se indica la importancia de la pesquería, la biología de recursos, se describen las operaciones y equipo de pesca así como las tendencias históricas de la captura y el esfuerzo, el impacto de la pesca incidental y la interacción con otras pesquerías. Cuando existe información suficiente, se detallan también aspectos socioeconómicos como la infraestructura e indicadores de precios y empleos.

En el título de ASPECTOS ECONÓMICOS se revisa la infraestructura dedicada a los procesos de industrialización de los recursos; los indicadores económicos, básicamente volumen y valor de la producción pesquera, así como empleos generados; por último se analiza el destino y la presentación, esto es, los mercados de consumo de los productos.

En la sección referente al MANEJO se describen las medidas administrativas actuales y el análisis cuantitativo que se realizó. En este último apartado se enlista la información disponible, y se describen los supuestos y fundamentos del modelo empleado. Bajo el subtítulo de Estado Actual de la Pesquería, se catalogan como pesquería con potencial de desarrollo, aprovechada al máximo permisible o en deterioro. El estado y la clasificación de cada pesquería están justificados con los resultados formales del modelo y apoyados en la historia de la explotación, así como de las características biológicas del recurso.

El apartado sobre PERSPECTIVAS incluye las estrategias de manejo que se recomienda seguir para recuperar, mantener o desarrollar a la pesquería en cuestión. En esta sección

se establecen los puntos de referencia para su manejo bajo un enfoque precautorio y se efectúan simulaciones para considerar el riesgo que conllevan diversas opciones.

Finalmente, se resaltan las necesidades de investigación para fomentar la colaboración institucional entre gobierno, sector productivo y academia.

En el caso de pesquerías potenciales, se definen recursos pesqueros que en determinado momento, si la información científica lo demuestra, serían considerados para iniciar una actividad comercial bajo un esquema de manejo ad hoc.

Para las especies sujetas a protección especial, se integra la información científica disponible para determinar el estatus que guardan estas especies y definir las medidas de conservación necesarias para garantizar su permanencia en aguas mexicanas. En el caso de especies consideradas en peligro de extinción, se recomiendan acciones concretas para evitar su desaparición.

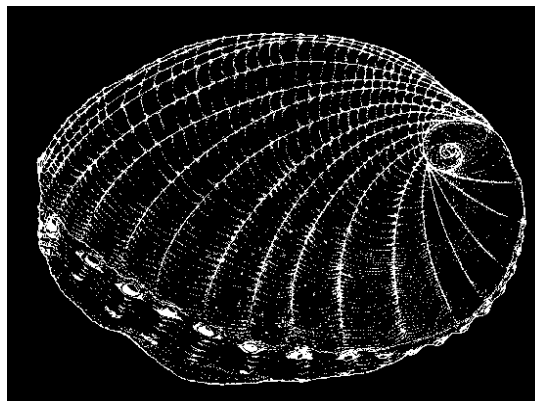
El concurso de los sectores productivos ha sido esencial para efectuar los muestreos, para tener programas de observadores, para obtener fondos y apoyo con los datos de capturas.

Este documento refleja el esfuerzo y la dedicación de investigadores, técnicos y personal administrativo, así como de mandos medios y superiores del INP. La actualización del estado de las pesquerías y la evaluación de otras más, implica la consideración en el futuro de los aspectos sociales y económicos de la actividad pesquera.



[illegible]A stylized map of Mexico is shown in the background, rendered in various shades of gray. The map is oriented with the Pacific Ocean to the west. Overlaid on the central part of the map is the title 'Pesquerías del litoral del Océano Pacífico' in a bold, black, sans-serif font. The text is arranged in two lines: 'Pesquerías del litoral' on the top line and 'del Océano Pacífico' on the bottom line. The map shows the outline of Mexico, including the Baja Peninsula and the Gulf of Mexico to the east. The shading of the map is more pronounced in the southern and western regions, with the northern part being lighter. The overall design is clean and professional, suitable for a technical or scientific document.

.....
onal de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la P
de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
a Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Ins
il de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesc



Abulón

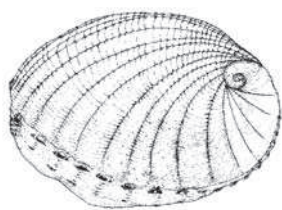
La pesquería del Abulón
La pesquería del Abulón
La pesquería del Abulón
La pesquería del Abulón
La pesquería del Abulón
La pesquería del Abulón

Abulón
Abulón
Abulón
Abulón

Abulón

BREVIARIO

Abulón
Especie: Abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) y Abulón amarillo (<i>H. corrugata</i>). • Pesquería con más de un siglo de antigüedad. • Esta pesquería ha fomentado el desarrollo de diversas unidades costeras en la península de Baja California. • Organismos longevos (20 años) y lento crecimiento. • Poblaciones susceptibles a cambios climáticos y a la sobreexplotación • El valor de la producción disminuyó de 55 millones de USD. en 1991 a 17.029 millones de USD. en el 2000
Tendencia de la captura: Captura 2000: 197,583 t., 13 % menos respecto a 1999 y 3.3% del máximo histórico en 1950
Efecto ENOS 97-98 Decrece reclutamiento y el crecimiento, mayor mortalidad natural y pérdida de peso individual
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: Dinámico de biomasa con anomalías térmicas.
Estado de la Pesquería: En deterioro, con tendencia a la recuperación.
Medidas de manejo: Talla mínima, vedas especiales y temporales, reducción de cuotas de captura por cooperativa y por especie (NOM-005-PESC-1993)
Objetivo de las medidas: Llevar la biomasa al valor donde se maximice la producción excedente.



La Pesquería de Abulón

Pedro Sierra Rodríguez
Margarita Muciño Díaz
José Luis Gutiérrez González
y José Remedios Turrubiates Morales

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz
km 1 carretera a Pichilingue. C.P. 23020
La Paz, B.C.S., México

LA PESQUERÍA

Importancia

La pesquería de abulón constituye una de las actividades más importantes que se desarrollan en la costa occidental de la península de Baja California, desde la frontera con Estados Unidos hasta Isla Margarita en Baja California Sur. (Fig. 1) Su gran demanda a nivel internacional hace que sea un producto de alto valor comercial, fincándose en él una intensa actividad tanto económica como social para las comunidades pesqueras establecidas en esa región (León y Muciño 1996).

De acuerdo a los registros históricos del anuario estadístico de pesca, los volúmenes de producción muestran un constante descenso de 2,582 toneladas en 1992 a 519 toneladas reportadas en 2001. El valor de la captura en este último año fue de 45 millones de pesos, que representa el 0.35 % del valor de la producción pesquera nacional (SAGARPA 2003). Es importante enfatizar que no obstante esta declinación en los rendimientos, la baja actual en la captura se debe a la estrategia de manejo que se ha venido aplicando (reducción de cuotas) y no a una disminución proporcional de la biomasa, la cual se está incrementando.

Las especies de abulón distribuidas en aguas mexicanas quedan comprendidas en el grupo de Haliótidos de Norteamérica, conformado por ocho especies, de las cuales siete existen en la costa oeste de la Península de Baja California: *Haliotis fulgens* (abulón azul), *H. corrugata* (amarillo), *H. cracherodii* (negro), *H. rufescens* (rojo), *H. sorenseni* (chino), *H. assimilis*, (rayado) y *H. walallensis* (aplanado).

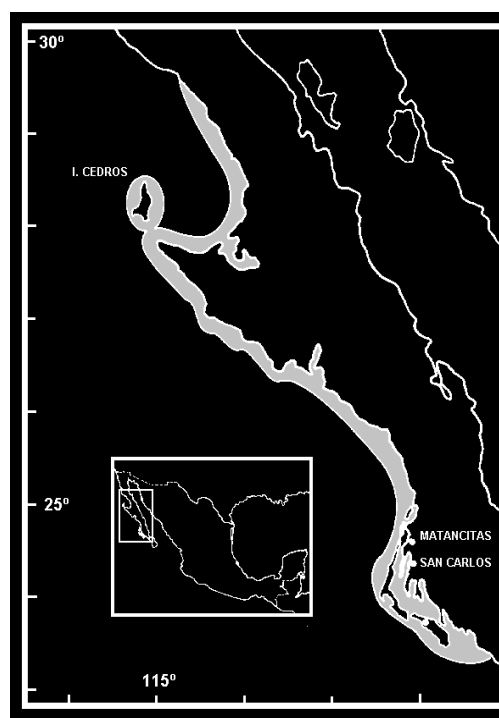


Figura 1. Área de captura de abulón *Haliotis* spp en la Península de Baja California, México.

El abulón amarillo y azul contribuye con el 100% de la captura total (Tabla 1).

Tabla 1 **Porcentaje de especies en la captura anual de abulón para las cuatro zonas administrativas de la península de Baja California** (Vélez y Muciño 1998).

Temporada	Azul	Amarillo	Negro	Chino	Rojo
1990	94.41	5.59	0.00	0.0	0.0
1991	92.34	7.66	0.00	0.0	0.0
1992	85.13	12.16	0.10	2.62	0.0
1993	81.78	16.40	0.42	0.39	1.01
1994	77.65	18.50	0.63	1.08	2.14
1995	75.43	23.43	0.29	0.39	0.46
1996	79.03	20.26	0.17	0.05	0.49
1997	81.32	18.52	0.00	0.00	0.16
1998	79.35	20.59	0.06	0.00	0.00
1999	75.30	24.59	0.11	0.00	0.00
2000	77.44	22.56	0.00	0.00	0.00
2001	72.48	27.49	0.03	0.00	0.00
2002	72.64	27.36	0.00	0.00	0.00
2003	67.11	32.83	0.06	0.00	0.00

Esta pesquería tuvo sus inicios en México en 1860 con la incursión de los chinos, quienes tuvieron como base de operaciones San Diego California, posteriormente, en su lugar ingresaron buzos japoneses conocidos como “buzos de los barriles de sake”. Estos pescadores, desde mediados de los años veinte y hasta poco antes de la Segunda Guerra Mundial, utilizaron el buceo con escafandras (sistema de *Escaphandro Denayrouze*), lo cual les permitió desplazarse de zonas someras a profundidades mayores. Ellos controlaban tanto la captura, como la industrialización y su comercialización (Cox 1962).

Aunque hay registros esporádicos desde 1922, no es sino a partir de 1940 que los pescadores mexicanos ingresaron a esta actividad, formando pequeñas villas, que actualmente constituyen los poblados pesqueros de la región. A mediados de ese año se empezaron a constituir las primeras cooperativas (Ortíz *et al.* 1992).

Existen un total de 22 sociedades cooperativas dedicadas al aprovechamiento del abulón en una porción de la costa. Éstas están concesionadas en algunos casos y en otros operan bajo permisos, y en conjunto agrupan a 705 socios que operan en total 235 equipos abuloneros. Las áreas de pesca se encuentran en cuatro zonas administrativas a lo largo de Baja California. (Figura 2).

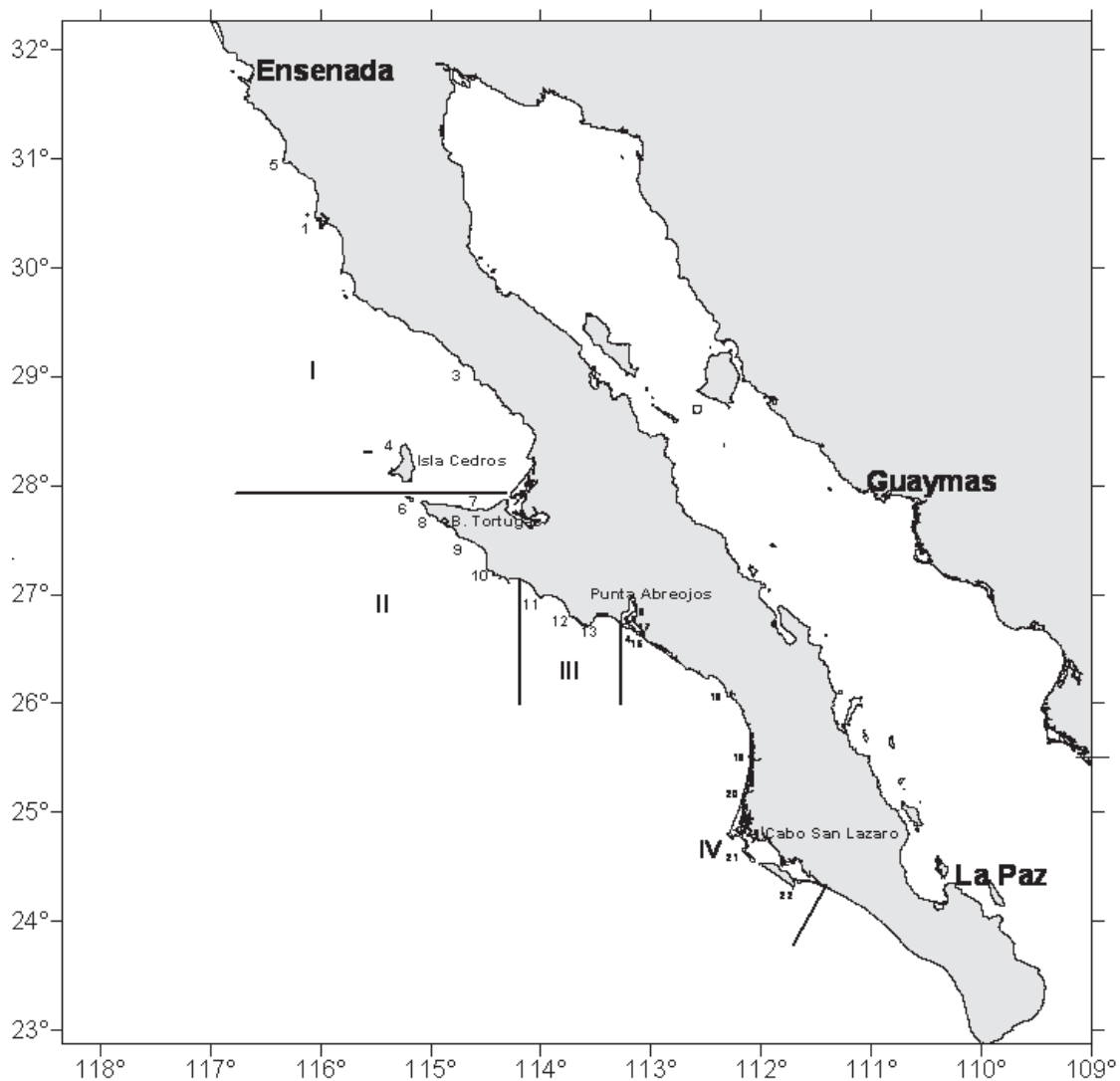


Figura 2. Zonas geográficas reglamentadas para la captura de abulón y ubicación de las cooperativas pesqueras en la península de Baja California, México.

Biología

Los haliótidos habitan en zonas costeras rocosas, asociadas principalmente a mantos de algas y pastos marinos así como a poblaciones de erizos y otros individuos bentónicos; así, se establecen relaciones de protección y competencia por sustrato y alimento. Son de hábitos nocturnos y fototropismo negativo, tienen sexos separados (dioicos) y su fertilización es externa.

Una enfermedad conocida como el ‘Síndrome de deshidratación’ (SD) y que afecta a las especies de abulón en la costa occidental, se detectó en 1985. Parece que está asociado a una bacteria tipo rickettsia que afecta las glándulas digestivas. Esta enfermedad se manifiesta por la pérdida severa de peso, falta de apetito seguido por el desprendimiento del sustrato y posteriormente la muerte (Tissot 1991; Steinbeck *et al.* 1992; Turrubiates 1994;1997). El SD devastó las poblaciones de abulón negro y hay evidencias de que también ocurre en abulón azul, abulón amarillo, abulón rojo y abulón chino (Altstatt *et al.* 1996; Friedman *et al.* 1997).

Tanto el abulón azul como el amarillo se distribuyen y se explotan desde Islas Coronado, B.C. hasta Cabo Tosco en Isla Margarita, B.C.S. pero las mayores concentraciones se encuentran desde Isla de Cedros hasta Punta Abreojos.

Vega *et al.* (1994) realizaron una revisión espacial de la distribución batimétrica de las especies de abulón. El abulón azul se distribuye desde el piso mediolitoral hasta los 24.0 m de profundidad, con mayor abundancia entre los 1.5 y 9.0 m. El abulón amarillo se localiza desde los 7.0 hasta los 44.0 m de profundidad, con una mayor abundancia entre los 8.0 y los 28.0 m. En algunas localidades estas especies han sido afectadas en su abundancia por el síndrome del deterioro y deshidratación (Turrubiates 1996).

El abulón negro se presenta desde Coos Bay, Oregon, hasta Punta Prieta, B.C.S. Se distribuye verticalmente desde el piso mediolitoral hasta los 8.0 m de profundidad, con mayor abundancia entre los 0.9 y los 4.0 m. Los stocks son poco abundantes a causa de enfermedades naturales como el síndrome de deterioro y deshidratación (Turrubiates 1996).

El abulón rojo se distribuye desde Islas Coronados, B.C. hasta Punta Blanca, B.C. con mayor abundancia en la región aledaña a Bahía El Rosario. Esta especie se encuentra desde el piso mediolitoral hasta cerca de los 100.0 m de profundidad. La mayor abundancia se reporta entre los 6.0 y los 18.0 m.

El ámbito geográfico del abulón chino comprende desde Punta Concepción hasta Punta San Hipólito, B.C.S. (Vega *et al.* 1990). Es más abundante en las islas y bajos adyacentes a la costa. Verticalmente se localiza desde los 10.0 m hasta cerca de los 50.0 m. La mayor abundancia se localiza entre los 24.0 y 29.0 m de profundidad. Los stocks de esta especie también presentan el síndrome del deterioro y deshidratación (Valles 1993; 2001).

Además de las anteriores existen otras especies de abulón que son capturadas esporádicamente. Una de éstas es el abulón rayado que se distribuye desde Punta Concepción, Baja California hasta Bahía Tortugas, B.C.S. Su distribución vertical va desde los 3.0 m a los 36.0 m y su mayor abundancia se encuentra entre los 21.0 y 30.0 m. Otra especie es el abulón aplanado, para el cual Cox (1962) reporta su distribución desde Columbia Británica, Canadá, hasta La Jolla, California, pero Owen *et al.* (1971), indican como límite sur de su distribución a Punta Santo Tomás, B.C., México.

La época de reproducción varía entre las especies dentro de una misma zona (Andrade 1971; Vega *et al.* 1993) y también latitudinalmente (Guzmán del Proó *et al.* 1980; Ortiz *et al.* 1990).

Por lo general las especies maduran sexualmente y desovan una vez por año, aunque pueden presentar dos periodos o incluso desovar a lo largo de todo el año como *H. rufescens* (Mottet 1978). Por lo general, el período de máxima madurez y desove ocurre hacia fines del verano y con mayor énfasis entre otoño e invierno (Ortiz *et al.* 1992; Muciño *et al.* 1995). Durante el desove, los óvulos y los espermatozoides son expulsados para que la fertilización se realice en la columna de agua, donde ocurren diversos cambios morfológicos.

Después de tres o cuatro días las larvas veliger realizan la metamorfosis y entran a la vida bentónica (Ogawa *et al.* 1992). La fase de postlarva se mantiene hasta la formación del

primer poro respiratorio, lo cual ocurre de uno a tres meses de edad. A partir de este estadio y hasta que alcanza la madurez sexual, el abulón es considerado como juvenil (Leighton 1974).

La talla mínima a la que se han encontrado individuos maduros varía también con la especie y con la zona de pesca. Lelevier *et al.* (1989) reportan tallas mínimas de madurez, con base en análisis de monitoreos biológicos entre 1980 y 1989. Por su parte, Vega *et al.* (1994) presentan un resumen de la talla de madurez sexual al 50% (Tabla 2).

Tabla 2. Talla de madurez al 50% por nombre común de abulón y zonas en la Península de Baja California, México (tomado de Lelevier *et al.* (1989) y Vega *et al.* (1994)).

Especie	Zonas de Pesca Longitud (mm)				Fuente
	I	II	III	IV	
Rojo	150				Ortiz y González (1986)
	169				Guzmán del Proo <i>et al.</i> (1980)
	170				Molina (1983)
Chino			133		Vega <i>et al.</i> (1994)
Negro	124	126	120		Lelevier <i>et al.</i> (1989)
	120	120			Guzmán del Proo <i>et al.</i> (1980)
Azul	148	148	147	122	Lelevier <i>et al.</i> (1989)
	150	145	130	120	Guzmán del Proo <i>et al.</i> (1980)
		145			Vega y Michel (1992)
				127	León y Ceseña (1988)
				116	Luna (1993)
			129	101	Astudillo (1993)
		105			Shepherd <i>et al.</i> (1991)
				126	Reinecke (1997)
Amarillo	130	135	132	110	Lelevier <i>et al.</i> (1989)
	140	135	125	110	Guzmán del Proo <i>et al.</i> (1980)
		121			Vega <i>et al.</i> (1994)

La composición por especies en la captura en los últimos años ha variado para cada zona (Figura 3). En la zona I las especies representadas en las capturas son abulón azul, amarillo, negro, chino y rojo. En la temporada 1993 el porcentaje máximo fue de 82.8% de abulón azul y el mínimo de 1.4% de abulón chino. En 1996 se tenía un porcentaje máximo de 86.9% en abulón azul, mientras que para el abulón chino es de 0.1%. Las demás especies de abulón, como el rojo y el negro aportan 1.1 y 0.4 %, respectivamente. En este último año (1996) se firmó un convenio con las cooperativas de la costa de la península de Baja California para no capturar abulón negro, rojo y chino. En el 2003 los porcentajes fueron 50.9 % para abulón azul, 46.9 % para abulón amarillo y 0.2 % de abulón negro (Isla Guadalupe)

En la zona II, la composición de especies en la captura está sustentada en el abulón azul y amarillo. En algunas cooperativas de Baja California captura un porcentaje muy bajo de abulón chino, pero no existen registros, ya que éste era reportado como abulón amarillo. En la temporada 1990 la composición de abulón azul y amarillo fue de 96.3% y 3.7% respectivamente y en 2003 fue de 83.0% y 17.0%

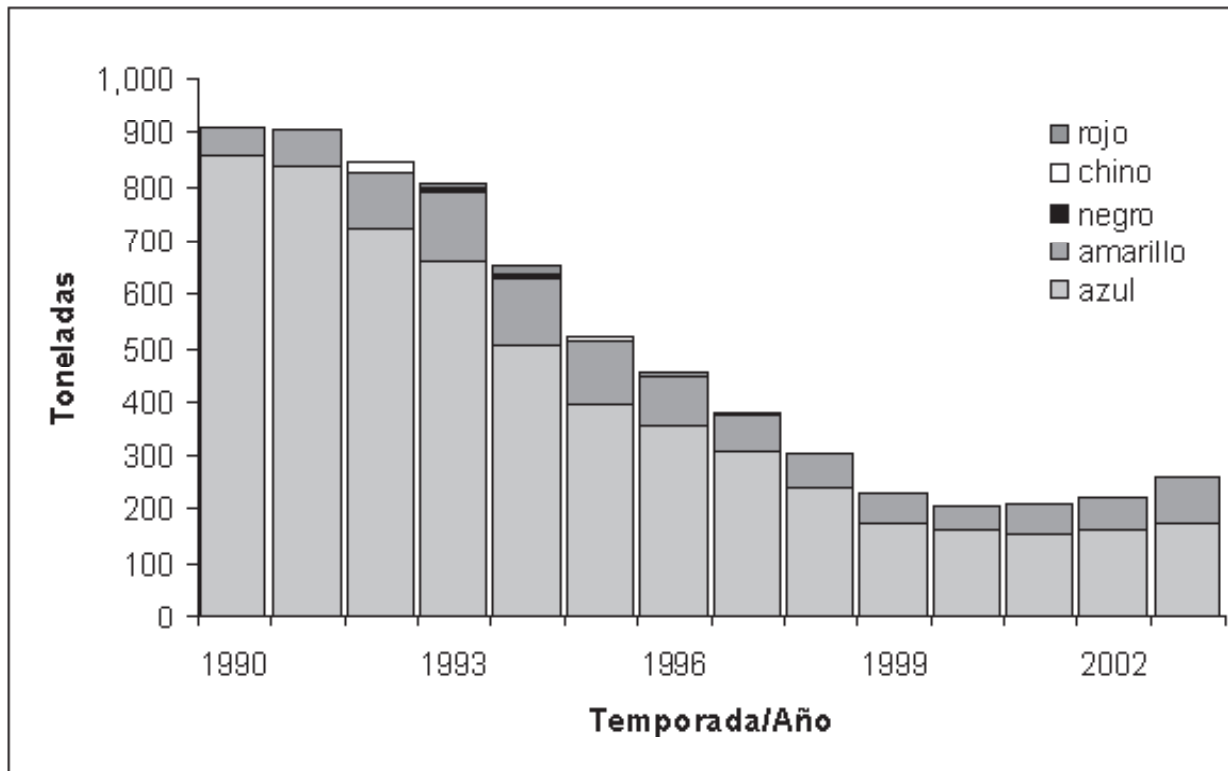


Figura 3 Composición por especies en la pesquería mexicana de abulón (Temporada 1990-2003).

La zona III, también basa sus capturas en el abulón azul y amarillo. En 1990 la composición para ambas especies fue de 93.2% y 6.8%, respectivamente. Se ha observado una incremento paulatino en el abulón amarillo, de tal forma que en 2003 los porcentajes fueron 57.4% y 42.6%. En esta zona se presenta una aparente alternancia entre las especies que integran las capturas, aunque en realidad se debe al incremento en el abulón amarillo.

En la zona IV, sólo se registra abulón azul en las capturas comerciales. No obstante que existen poblaciones de abulón amarillo en las áreas de influencia de las cooperativas.

La longevidad ha sido estimada indirectamente de 20 años para *H. fulgens* y *H. corrugata* (Guzmán del Proó *et al.* 1976; Doi *et al.* 1977). Mediante la lectura de anillos de la espiral de la concha, Muñoz (1976) determinó para *H. corrugata* una edad máxima de 21 años a una talla de 179.5 mm. Turrubiates y Castro (1992) determinaron para *H. fulgens* una edad de 25 años a una longitud de 175.0 mm.

Molina (1983) y Ortiz y González (1986) han hecho estimaciones de fecundidad en los haliótidos de Baja California, pero básicamente se han efectuado en las áreas norteñas (Zona I), por lo que es necesario ampliar estas estimaciones para las zonas II, III y IV.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La extracción del abulón se realiza mediante buceo, en jornadas diurnas de trabajo denominadas localmente “mareas” con una duración de tres a cinco horas continuas. En esta actividad intervienen tres personas: el buzo, el cabo de vida y el bombero. El primero busca y captura el abulón; el cabo de vida es quien apoya al buzo en el descenso y ascenso, recibe el producto y mantiene la comunicación con el buzo mediante una línea de mano. El bombero se encarga del manejo de la embarcación, de activar el compresor y de seguir los desplazamientos del buzo.

El equipo empleado consiste en una lancha o panga de madera o fibra de vidrio de 18 a 22 pies de eslora y motor fuera de borda de 45 HP o más, provista de un equipo de buceo semiautónomo tipo *hooka*. Éste está compuesto por un compresor, tanque de reserva de aire de aluminio o acero inoxidable, manguera de alta presión flotante en tramos de 50 pies y traje completo de buceo de neopreno; además de visor, regulador de aire o boquilla, plomos, guantes de lona y una línea de seguridad o “cabo de vida”.

El arte de pesca utilizado para la extracción se conoce como “arrancador”, consiste en un instrumento metálico similar a una espátula de 1.5 a 3.0 cm de ancho por 18.5 a 20.0 cm de largo, con mango de madera, el cual se sujeta a la muñeca del buzo. El arrancador lleva líneas marcadas en su parte metálica que indican las tallas mínimas de captura por especie. El abulón capturado es colocado dentro de una bolsa de malla tejida conocida como “jaba” (León y Ortíz 1992).

Tendencias históricas

El registro más antiguo de la pesquería de abulón en Baja California se remonta al año de 1929, con una producción de 180 toneladas (Guzmán del Proó 1989); sin embargo, los registros más precisos son a partir de los años cuarenta. En la Figura 4 se presenta la captura global de abulón obtenida en la península de Baja California durante el período de 1940 -2003. Los registros de captura fueron actualizados con base en la revisión de libros y archivos de las sociedades cooperativas, de 1981 a 2004.

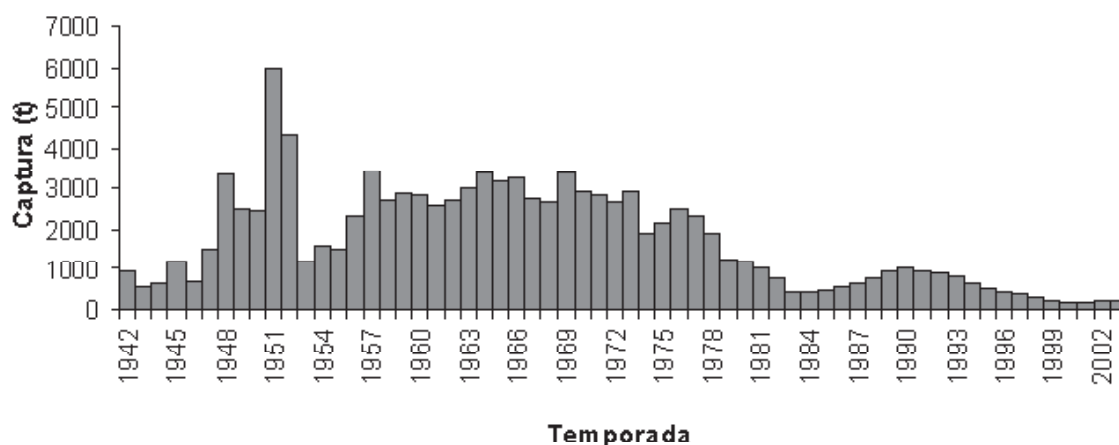


Figura 4. **Tendencia histórica de la captura de abulón en la Península de Baja California México.** Fuente: Información libros y archivos de las cooperativas abuloneras.

El INP considera que ésta es la serie de capturas que mejor representan el aprovechamiento de esta pesquería. Entre 1940 y 1946, los volúmenes de producción se mantuvieron alrededor de mil toneladas, lo que es atribuible a los efectos negativos que tuvo la Segunda Guerra Mundial sobre el mercado, así como el escaso número de equipos de buceo (tipo escafandra) y al confinamiento de las capturas en pocas zonas de la costa.

En 1946 y 1947 se decretaron por parte del Gobierno Federal de México las primeras medidas sobre buceo de abulón (León y Muciño 1995).

De 1947 en adelante las capturas presentaron incrementos hasta llegar a 1950, cuando se obtuvieron 5,993 t, que es el registro más alto en la historia de esta pesquería. En años subsecuentes los volúmenes extraídos declinaron abruptamente.

Entre 1956 y 1976 la captura se mantuvo alrededor de las 3,000 t con fluctuaciones máximas y mínimas entre 3,461 y 1,894 t. En este periodo cabe destacar dos aspectos importantes:

1. Se presenta la incursión de nuevas cooperativas pesqueras, así como la incorporación de nuevas áreas de captura.
2. Se decretan de manera oficial medidas para la reglamentación de su captura. En 1956 se implantó una veda de dos meses comprendida del 16 de enero al 15 de marzo, así como el establecimiento de tallas mínimas de captura por especie. Además se hizo obligatorio el transportar vivo al abulón a la planta procesadora.

En 1972 la veda se cambió a los meses de julio y agosto (León y Muciño 1995).

En el periodo de 1977 a 1984 la pesquería se caracterizó por una notoria disminución en sus capturas hasta un nivel de poco más de 400 t. Esta tendencia se derivó principalmente de la desorganización del sector productivo, debido a la carencia de control sobre el esfuerzo aplicado, tallas mínimas y época de veda; además coincidieron con un fuerte incremento en la demanda y el acelerado aumento de precios en el mercado internacional. Lo anterior provocó una captura indiscriminada de abulones de todos los tamaños.

Por otra parte, la presencia del fenómeno “El Niño-Oscilación del Sur” (ENOS) durante los años 1976-77 y 1982-83 tuvo efectos colaterales causando variaciones en las poblaciones. Se observaron cambios en la composición, abundancia y dominancia de flora y fauna, así como la alteración física del substrato por acarreo y depósito de sedimentos, remoción de fondos, turbidez ocasionada por marejadas e inaccesibilidad a las áreas de pesca (León y Muciño 1995).

De 1985 a 1989 se presentó un incremento paulatino en la producción como reflejo de una recuperación moderada de las poblaciones silvestres. En ese último año se alcanzó un nivel de cerca de 1,000 t. Asimismo, en este periodo, la captura se encontraba operando con base en el esquema de reglamentación de septiembre de 1981, enfocada directamente a los periodos de veda y tallas mínimas de captura por zona y a la entrega del recurso vivo en planta para verificación de tallas. Sin embargo no se llevó a la práctica la aplicación de una medida sobre límites de cuotas de captura y esfuerzo permisible.

Fue hasta 1990 cuando se aplicaron las primeras cuotas de captura como medida reglamentaria para poner un límite máximo a la producción y controlar de manera indirecta el esfuerzo (León y Muciño 1995).

Entre 1989 y 1992 se observó una producción aparentemente constante y en algunas zonas productoras se detectaron decrementos en mayor o menor grado en las poblaciones naturales. La producción promedio en esos años fue de 979.5 t. Los volúmenes de captura continuaron descendiendo entre 1993 y 1995 con una captura global de aproximadamente 520 t para ese último año. Estos volúmenes de captura fueron determinados con base en la densidad (org/m²) y la abundancia para cada zona y temporada.

Por lo anterior, en la temporada 1995-1996, se aplicaron de manera oficial nuevos criterios para la asignación de cuotas de captura, basados principalmente en las existencias de reclutamiento por especie, por zonas y en los valores de densidades promedio.

Desde que se tienen registros de datos sobre la pesquería de abulón, el esfuerzo de pesca ha estado referido al viaje o “marea”, cuya duración es de tres a cinco horas y el cual es medido con base en el número de viajes realizados por cada unidad pesquera o equipo abulonero por día/mes/temporada. En la actualidad, el esquema de manejo está basado en cuotas tallas mínimas, períodos de veda y captura. Las cooperativas han establecido esquemas de asignación de cuota por pescador, lo que dificulta la medición de la CPUE, ya que el buzo trata de completar su cuota, independientemente del tiempo empleado para ello.

Pesca incidental

Dado que la extracción de abulón se realiza mediante selección manual, no existe pesca incidental. La experiencia de los buzos y la ayuda de las marcas en el arrancador les permite seleccionar los abulones de la talla comercial.

En 1996 se registraron descartes de individuos pequeños en una proporción mínima aproximada del 0.20% en la zona III y una máxima que va de 8.75% a 11.66% en la zona IV, disminuyendo entre 0.30% y 2.20% en 1997.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Actualmente en la Península de Baja California operan un total de ocho plantas industrializadoras de abulón localizadas en: Isla de Cedros (1), Isla Natividad (1), Bahía Tortugas (1), Bahía Asunción (2), La Bocana (1), Punta Abreojos (1) y Puerto San Carlos (1).

No existen plantas de recepción en los campos pesqueros, pero en algunas cooperativas una vez capturado y desconchado en la playa, mantienen el producto en hielo en el mismo campo y cada tercer día es transportado a la planta industrializadora.

Indicadores económicos

Actualmente la producción de abulón obtenida se destina a la exportación casi en un 100%, comercializándose de manera directa o a través de la compañía *Ocean Garden Products Inc.*, la cual la vende y distribuye a Estados Unidos y a los países asiáticos. Casi todo el abulón se comercializa en presentación de enlatado y un pequeño porcentaje entero vivo.-

Destino y presentación del producto

El valor aproximado de una caja con 48 latas de abulón de primera en 1997 estaba entre 1,650 y 2,200 USD y en 2004 el valor estuvo entre 1,585 y 1,905 USD en el mercado internacional.

La demanda a nivel nacional es poca debido al alto precio y a la demanda que tiene en el ámbito internacional. La presentación destinada al mercado nacional es el abulón en trozo, que tiene un precio entre 650 a 850 USD la caja con 48 latas de 300 gr de peso drenado cada una. En ocasiones se comercializa abulón de primera cuando existen solicitudes especiales (León y Ortíz 1992).

Como producto de la disminución de las capturas, el valor de la producción bajó de 54.2 millones de dólares en 1991 a 21 millones en 2002 (Fig. 5).

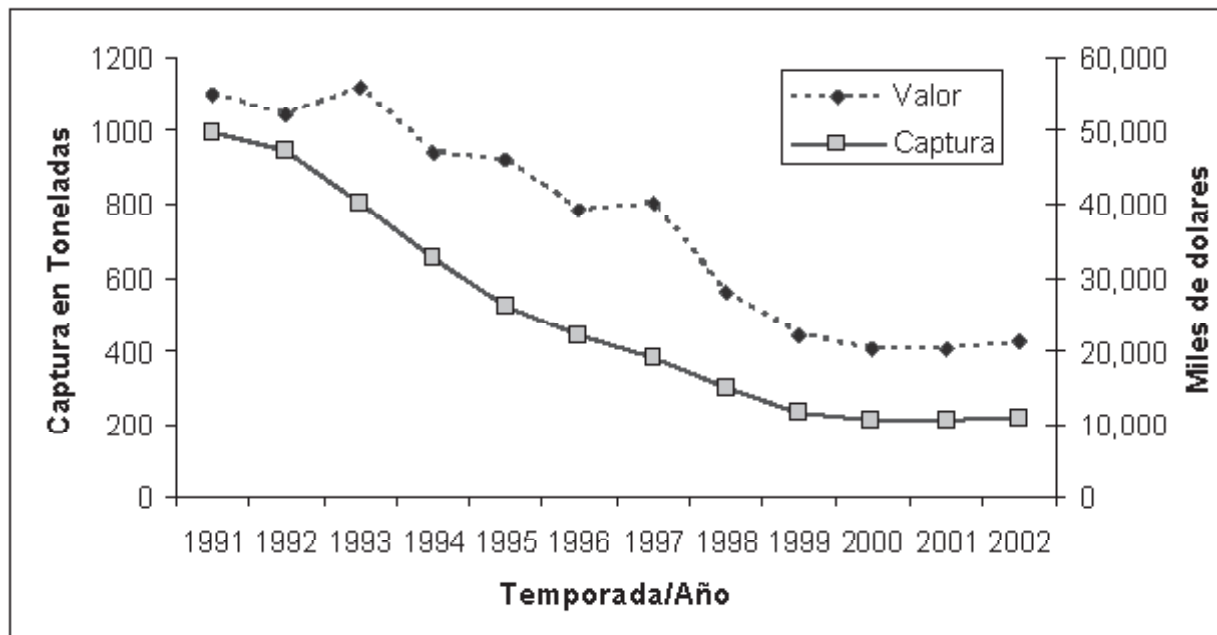


Figura 5. Tendencia de la captura de abulón exportado y su valor económico, 1991-1996. (Fuente: Captura: Registros de las S.C.P.P.; Valor: Ocean Garden Inc.).

Independiente de la demanda de abulón enlatado a nivel nacional e internacional, la concha de este recurso es también requerida por ambos mercados para su procesamiento artesanal y trabajos de joyería. Los precios por tonelada de concha de abulón fueron semejantes en ambos mercados y manejados también en divisa estadounidense. En 1991 la tonelada de

concha de abulón negro se cotizó en aproximadamente 11,100 USD, seguido por abulón azul en 7,600 USD y de abulón amarillo en 2,600 USD.

A partir de 1992, el mercado internacional de la concha de abulón de México, conformado por países de Oriente, principalmente Corea, disminuyó su demanda a cantidades casi nulas.

El mercado nacional de este producto representado por artesanos, principalmente del estado de Michoacán, se vio ligeramente incrementado adquiriendo sólo concha de abulón azul. Sin embargo su demanda no es comparable a la oriental. Actualmente se encuentra entre 2,000 y 2,800 USD la tonelada de concha de abulón azul sin seleccionar. No existe demanda de la concha de abulón amarillo, por lo que generalmente es desechada en los lugares de producción.

Aproximadamente 20,000 personas dependen directa o indirectamente de la explotación de este recurso. El desarrollo regional de poblaciones enteras (incluyendo construcción y obras públicas) se ha basado en las utilidades obtenidas por la captura del abulón.

MANEJO

Medidas administrativas

El régimen actual que reglamenta el aprovechamiento de las distintas especies de abulón en aguas de jurisdicción federal de la Península de Baja California está establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-005-PESC-1993 (DOF 31.12.93) y por la NOM-009-PESC-1993 (DOF 4.04.94), en donde se define el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas.

Para cada una de las zonas de pesca se implantan periodos de veda diferenciales con duración de cinco meses (Departamento de Pesca 1980). La localización de cada zona es la siguiente:

Zona I: de Islotes Coronado, B.C. (frontera con E.U.), a Punta Malarrimo, B.C.S.; del 1° julio al 30 de noviembre

Zona II: de Punta Malarrimo al primer tercio noroeste de Bahía Asunción, B.C.S.; del 1° de agosto al 31 de diciembre

Zona III: de Bahía Asunción a Punta Holcomb, B.C.S.; del 1° de agosto al 31 de diciembre

Zona IV: de Punta Holcomb a Arroyo El Conejo, B.C.S.; del 1° de septiembre al 31 de enero.

Los valores de reclutamiento reproductor reportados por Guzmán del Proó *et al.* (1980), sirvieron de base para la definición de las tallas mínimas de captura, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (22.08.81) y actualmente vigentes de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-005-PESC-1993.

Las evaluaciones de las poblaciones de abulón están basadas desde 1996 en un modelo dinámico de biomasa, modificado para incluir el efecto de las anomalías térmicas (Sierra *et al.* 1998). El proceso de análisis consiste en ajustar las biomazas pronosticadas por el modelo a las biomazas estimadas de manera directa. Este análisis es la base para la asignación de cuotas que utiliza el esquema de manejo aplicado desde 1996-1997. Adicionalmente, se consideran las tallas mínimas de captura y las vedas estacionales para zonas concesionadas y permitidas a cooperativas.

Análisis cuantitativo

La parte mas importante de la evaluación y manejo de la pesquería de abulón se basa en el control de las cuotas de captura. Debido a su importancia, en esta sección se describe con detalle el proceso de recomendación y asignación de cuotas. En general, el proceso consiste de seis fases (Fig. 6).

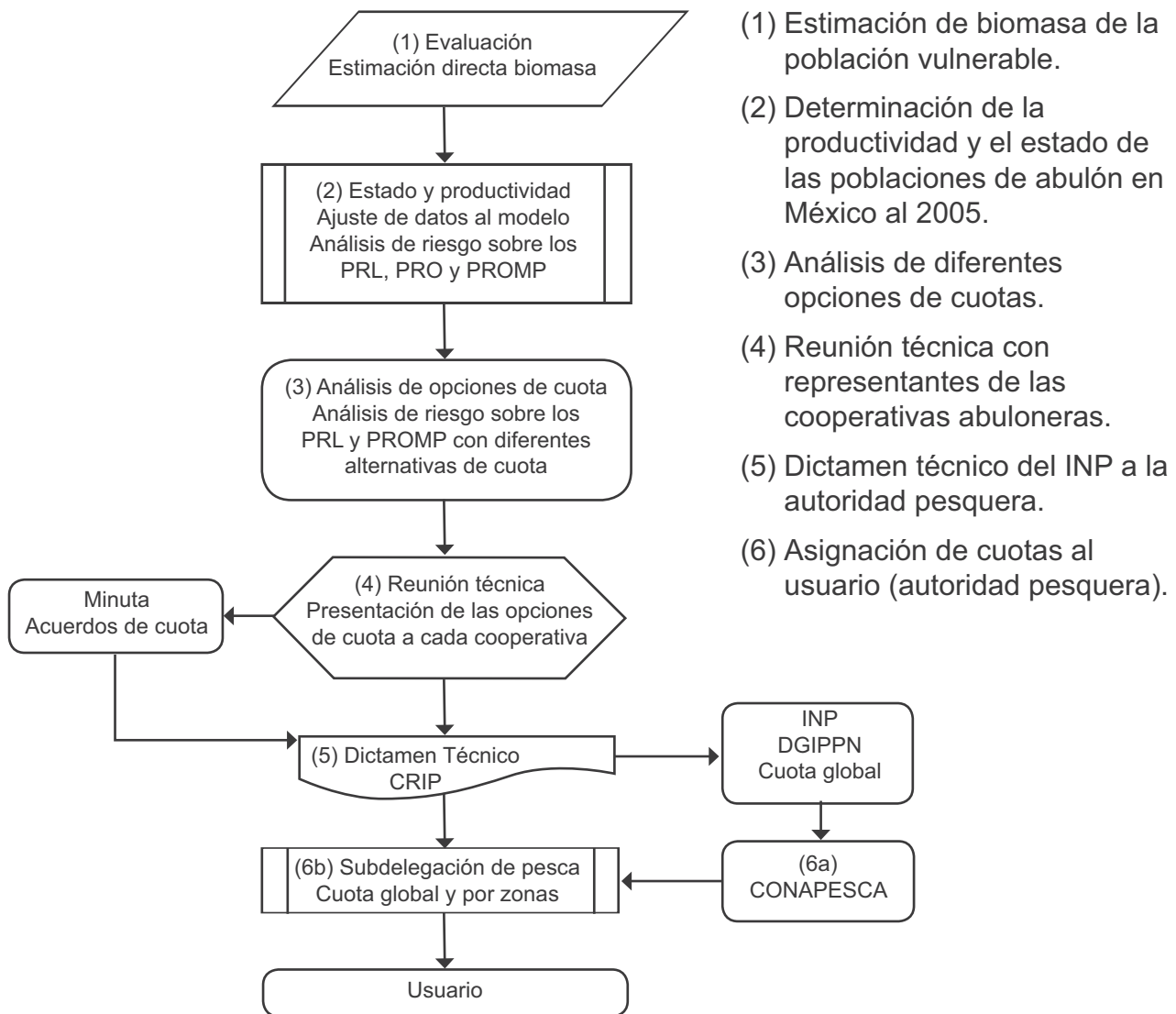


Figura 6. Esquema del proceso de recomendación y asignación anual de cuotas de captura de abulón. DGIPPN: Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Norte; CONAPESCA: Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.

(1) Estimación de biomasa de la población vulnerable

El primer paso para la recomendación de la cuota es conocer el tamaño de la población. La evaluación consiste en estimar la biomasa mediante muestreo directo. Este trabajo es realizado por personal del Programa Evaluación y Manejo de la Pesquería de Abulón (EMPA), adscrito a los CRIP's de La Paz y Ensenada con apoyo de los técnicos de las cooperativas abuloneras. Previo al inicio de las evaluaciones, a través de la Dirección de cada CRIP se envía el programa de evaluaciones a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera (FEDECOOP) y a las cooperativas independientes, donde se indican los periodos de evaluación y los apoyos requeridos.

El diseño de muestreo consiste en delimitar la franja costera en bloques de 500 m de longitud cada uno y con un ancho variable limitado por la isobata de las 10 brazas. En cada bloque se realizan 10 inmersiones; en el caso de los bajos o bancos alejados de la costa estos son considerados como bloques independientes de 500 X 500 m y el número de inmersiones varía entre cuatro y seis, según del área de cada bajo. Estos números están predefinidos y son los mismos que se utilizan para los muestreos de campo cada año.

La ubicación de las estaciones se efectúa de acuerdo con los criterios del muestreo aleatorio simple y se realiza de la siguiente manera: se utilizan de cinco a siete equipos abuloneros, cada uno equipado con sistema de buceo semiautónomo (tipo Hooka), un bombero, un buzo, un cabo de vida y un técnico responsable. En cada inmersión el buzo fija al sustrato una cuerda de 5 m y recolecta todos los abulones presentes a lo largo de la cuerda y hasta un ancho de un metro por cada lado, de tal manera que la unidad de muestra por inmersión es de 10 m². En cada inmersión se registra la profundidad y duración de la colecta, datos sobre características del sustrato, tipo de flora y fauna asociada a las poblaciones de abulón (Baqueiro *et al.* 1992).

Todos los ejemplares recolectados en cada inmersión se separan por especie y se miden ventralmente a bordo de la embarcación. Una vez medidos y contados los ejemplares se regresan al mar y transplantan lo más cercano posible a los sitios donde fueron extraídos. El peso de callo (PC) promedio (g) de cada longitud ventral (LV) se estima con la relación potencial $PC=aLV^b$, donde a y b son parámetros de la relación longitud-peso. Desde octubre de 2000 se estandarizó la relación biométrica longitud-peso por lo que en los trabajos de campo ya no se sacrifican organismos con este fin, salvo en situaciones donde se requiere actualizar los estudios de fecundidad. La biomasa de la población se calcula de acuerdo con los estimadores del muestreo aleatorio estratificado (Cochran 1986), usando como unidad de muestra el transecto de 10 m².

(2) Determinación de la productividad y el estado de las poblaciones de abulón en México al 2005.

El primer objetivo de la evaluación cuantitativa de un recurso pesquero es determinar el estado *actual* y la productividad del stock (McAllister *et al.* 1994; Punt y Hilborn 1997). A continuación se definen estos conceptos.

La productividad de un stock se refiere a la cantidad de tejido orgánico elaborado en la población (Allen 1971). En términos continuos esta productividad puede ser referida como

productividad latente (Quinn y Deriso 1999), definida como la tasa instantánea de producción de biomasa P en ausencia de pesca, la cual está en función del tamaño del stock, B .

$$P(B) = \frac{dB}{dt}$$

En unidades de tiempos anuales la productividad acumulada de t a $t+1$ es la Producción Excedente (PE) durante un año y está dada por:

$$PE_t = \int_t^{t+1} P(B) dt = B_{t+1} - B_t$$

En el resto de este trabajo la productividad del stock a referirá a esta producción excedente. La producción excedente actual (PEA) es la biomasa que se produce en exceso cuando la biomasa es B_{act} . La importancia de este valor consiste en que es el primer indicador sobre la posible cuota y el comportamiento teórico de la biomasa.

El estado de salud

La determinación del “estado de salud” (ξ) de cada población se deriva de la situación relativa de la biomasa actual respecto a la biomasa que genera la producción excedente máxima B_{pem} como:

$$\xi = \frac{B_{act}}{B_{pem}}$$

Cuantitativamente se estima a partir del valor esperado E del estado de salud ξ , representado como $[\xi]$. A partir del “estado de salud” la situación del stock se ubica en una de las tres categorías que se especifican como sigue:

$$\xi \begin{cases} \frac{B_{actual}}{B_{pem}} \leq 1: \text{Estado 1, stock debajo del nivel óptimo, deteriorado} & \blacktriangleright \text{Requiere estrategias de recuperación} \\ \frac{B_{actual}}{B_{pem}} > 1: \text{Estado 2, stock arriba del nivel óptimo, sano con potencial} & \blacktriangleright \text{Aprovechar el potencial sin deteriorar el stock} \\ \frac{B_{actual}}{B_{pem}} = 1: \text{Estado 3, stock en el nivel óptimo, sano} & \blacktriangleright \text{Mantener el estado, evitar el deterioro} \end{cases}$$

Para la estimación del estado y la productividad de los diferentes stocks de abulón en la Península de Baja California se ajustó el modelo Logístico (Hilborn y Walters 1992) a los datos de biomasa estimados mediante el muestreo descrito anteriormente. La versión discreta del modelo Logístico está dado por:

$$B_{t+1} = B_t - C_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{B_0}\right)$$

donde

- r es la tasa intrínseca de crecimiento.
- B_0 Es la biomasa máxima que puede alcanzar el stock durante un cierto periodo de tiempo sin pesca, asumiendo condiciones ecológicas estables durante ese periodo. No se refiere a la capacidad de carga K .
- B_{t+1} y B_t Representan la biomasa a los tiempos $t+1$ y t respectivamente.
- C_t Es la captura al tiempo t .

En este modelo la producción excedente se calcula a partir de la función logística $rB_t (1 - B_t / B_0)$

Condiciones iniciales

En general las pesquerías se desarrollan antes de que exista conocimiento básico sobre las poblaciones y registros de captura (Smith y Gavaris 1993), por lo que es importante conocer si antes del registro de datos de captura el stock ya había sido aprovechado (Hilborn y Mangel 1997). Como en el caso del abulón la información disponible de captura por especie es posterior al comienzo del aprovechamiento, la biomasa al inicio de la serie de capturas (B_1) no es B_0 . B_1 La estimación de B_1 representa un gran problema en el ajuste porque puede producir sesgos en la estimación de los parámetros y puntos de referencia para el manejo (Punt 1990; Haddon 1998). Sierra (2004) exploró varias alternativas para estimar B_1 en la pesquería de abulón en México. De acuerdo con ese estudio, lo mas apropiado es incluir información previa en B_1 . Sin embargo, como esa información aun no está disponible en el presente estudio se utilizó la segunda mejor alternativa, que consiste en estimar B_1 como una proporción p de B_0 , por lo que $B_1 = pB_0$. Esto implica incluir un parámetro p , adicional a B_0 y r .

El ajuste del modelo consistió en comparar las biomazas predichas por el modelo con las estimadas mediante muestreo directo en las diferentes zonas de captura. Para ello se utilizó una función de verosimilitud normal en versión Log-negativa (Hilborn y Punt 1997), la cual está dada por:

$$\text{negLogL}(\text{datos} | \theta_i) = n[\log(\sigma) + \frac{1}{2} \log(2\pi)] + \frac{\sum v_t^2}{2\sigma^2}$$

donde

- $\text{negLogL}(\text{datos} | \theta_i)$ es la verosimilitud log-negativa de los datos dado un vector parámetros del modelo θ_i .
- $L(\text{datos} | \theta_i)$ indica que tan creíbles o verosímiles son los datos observados dado que un vector de parámetros θ_i pueda ser cierto.
En el modelo Logístico $\theta_i = B_{0i}, r_i, P_i$.
- t_{Ini} y t_{Ult} es el primer y último año respectivamente de la serie de datos disponibles,
- σ_i es la desviación estándar de la incertidumbre de observación (v_t) y se calcula analíticamente de (Polacheck *et al.* 1993):

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=t_{Ini}}^{t_{Ult}} [v_t]}$$

donde n es el número de años de la serie de datos.

Los mejores parámetros se obtienen cuando se minimiza la función *negLogL* .

Todos los parámetros y puntos de referencia de interés se estimaron como distribución posterior de probabilidad Bayesiana (*dppB*) (Walters y Hilborn 1976; McAllister *et al.* 1994; Walters y Ludwig 1994; Hilborn *et al.* 1994; Punt y Hilborn 1997; Punt y Hilborn 2001).

Si los valores de los parámetros son continuos, la probabilidad posterior de un estado de la naturaleza θ_i dado los datos, está dada por el teorema de Bayes (Box y Tiao 1973; Berger 1985; Gelman *et al.* 1995; Carlin y Louis 1997):

$$P(\theta_i | \text{datos}) = \frac{L(\text{datos} | \theta_i) P(\theta_i)}{\int_{\min\theta}^{\max\theta} L(\text{datos} | \theta_i) P(\theta_i) d\theta}$$

donde

$P(\theta_i | \text{datos})$ es la probabilidad posterior de θ_i dado los *datos* , referido como *probabilidad posterior* o *probabilidad Bayesiana*

$L(\text{datos} | \theta_i)$ es la función de verosimilitud L de los datos, dado los parámetros θ .

$P(\theta_i)$ es la probabilidad previa de θ .

En el modelo logístico, donde un posible estado de la naturaleza es $\theta_i = (Bo_i, r_i, P_i)$, la representación formal de la probabilidad posterior de cada parámetro en términos discretos esta dada por:

$$P(Bo_i, r_i, P_i | \text{datos}) = \frac{L(\text{datos} | Bo_i, r_i, P_i) p(Bo_i)p(r_i)p(P_i)}{\sum_j L(\text{datos} | Bo_i, r_i, P_i) p(Bo_i)p(r_i)p(P_i)}$$

Esta ecuación se resolvió mediante el método MCMC (Markov Chain Monte Carlo) que consiste en generar una trayectoria aleatoria en el espacio de muestreo de θ , donde cada θ_i depende del valor anterior θ_{i-1} ; esto crea una *cadena de Markov* que converge hacia la distribución posterior conjunta $P(\theta | \text{datos})$. En este estudio se utilizó el algoritmo Metrópolis (Gelman *et al.* 1995), adaptado de Quinn y Deriso 1999; Punt y Hilborn 2001):

(3) Análisis de diferentes opciones de cuotas

La exploración de alternativas de cuota implica el análisis de riesgo sobre dos puntos de referencia (Sissenwine y Shepherd 1987; Smith 1993; Caddy y Mahon 1995): un punto de referencia límite y un punto de referencia a mediano plazo (tres años) que se describe mas adelante.

(a) Análisis de riesgo sobre el punto de referencia Límite

Como el objetivo de manejo es incrementar la biomasa de la población al valor donde maximiza la producción excedente, entonces la biomasa proyectada al tiempo $t + 1$ con una

cuota c debe ser mayor que la biomasa actual. A partir de estas cantidades (B_{t+1} y B_{act}) se define un punto de referencia límite como:

$$PRL = \frac{B_{t+n}^c}{B_{Lim}}$$

donde $BLim$ es la biomasa del año para el cual se realiza el análisis. Dado que el proceso de ajuste y estimación de los parámetros de los modelos esta sujeto a incertidumbre (Hilborn 1987; Schnute 1987; Restrepo *et al* 1992; Schnute y Hilborn 1993), el PRL se estimó como $dppB$. A partir de esta $dppB$ se calculó el riesgo, definido como la probabilidad de que “*algo no previsto*” pase en un determinado tiempo (Francis 1992; Cordue y Francis 1994; Francis y Shotton 1997). En este estudio el evento *imprevisible* se definió como la probabilidad de que la biomasa proyectada sea menor que $BLim$. La expresión formal para estimar el riesgo sobre el punto de referencia límite $\mathfrak{R}_{PRL}$ es:

$$\mathfrak{R}_{PRL} = P(PRL \leq 1 | \theta, \text{datos}) = \int_0^1 P(PRL | \theta, \text{datos}) P(PRL | \theta, \text{datos}) d\theta$$

Donde θ son los parámetros del modelo Logístico, y *datos* se refiere a las observaciones de biomasa y captura.

(b) Punto de Referencia Objetivo a Mediano Plazo (PROMP)

En principio, el objetivo de manejo de la pesquería de abulón es que la biomasa de las poblaciones no sea menor (de preferencia mayor) que la biomasa donde se maximiza la producción excedente máxima B_{pem} . Como este es un objetivo a largo plazo en octubre de 2000 se definió junto con el sector abulonero un Punto de Referencia Objetivo a Mediano Plazo (*PROMP*) que consiste en definir un porcentaje de incremento de la biomasa en el año 2003 respecto a la biomasa en el año 2000. El análisis de riesgo sobre el *PROMP* es igual al que se realiza sobre el *PRL*, con la diferencia de que las cuotas opcionales son aquellas en las cuales la biomasa en el 2003 es mayor en un determinado porcentaje respecto a la biomasa en el 2000. En la Figura 7 se representa gráficamente la diferencia entre el *PRO*, el *PRL* y el *PROMP*. El *PRO* es un objetivo a largo plazo; el *PRL* permite al menos detener la disminución de la biomasa, como primer paso para llegar al *PRO*, en tanto que el *PROMP* permite medir cuantitativamente la recuperación en el corto plazo. Cumple con el *PRL* e inicia el camino hacia el *PRO*.

La importancia del *PROMP* es que el porcentaje de incremento a corto plazo ha sido seleccionado por las propias cooperativas y están documentados en las minutas de las reuniones realizadas en el CRIP La Paz con el sector abulonero. El valor del *PROMP* se ha venido actualizando con las diferentes cooperativas, de tal manera que a partir del 2005 el objetivo de manejo a mediano plazo consiste en lograr que la biomasa en el 2008 sea *cierto* % mayor que la biomasa en el 2005 (Fig. 7).

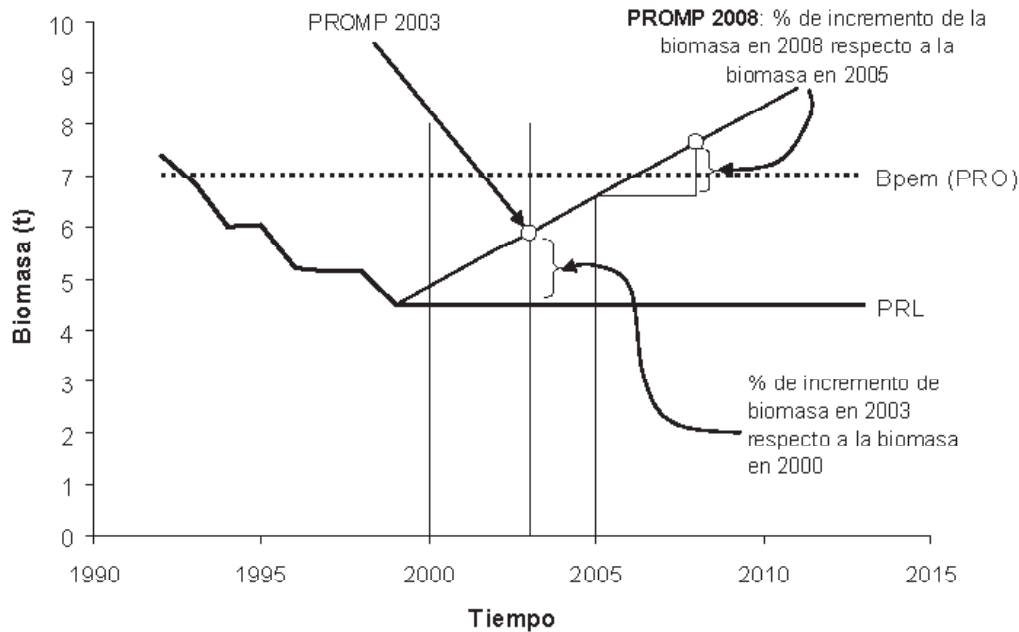


Figura 7. Representación grafica de los Puntos de Referencia Objetivo (PRO), Limite (PRL) y a Mediano Plazo (PROMP) establecidos para el manejo de la pesquería de abulón.

(4) Reunión técnica con representantes de las cooperativas abuloneras

Una vez que se ha realizado el análisis de riesgo sobre los PR, los CRIP La Paz y Ensenada en su ámbito de influencia convocan a una reunión técnica con cada cooperativa. El mecanismo de la reunión es el siguiente:

- a) Primero se comparan las estimaciones de biomasa obtenidas por el INP con las de los técnicos de las cooperativas. Como estos cálculos se realizan con la misma base de datos en la mayoría de los casos los valores de biomasa coinciden. Cuando ha habido diferencias, estas han sido debidamente identificadas y aclaradas.
- b) Una vez que las estimaciones de biomasa son concertadas, los investigadores del programa EMPA, presentan a los técnicos y directivos de la cooperativa el estado de las poblaciones y los resultados del análisis de riesgo. Con base en esta información, cada cooperativa elige su cuota dentro del rango opcional.

De esta reunión se levanta una minuta con los acuerdos sobre las cuotas y otros asuntos relacionados con la investigación y depuración de los datos

(5) Dictamen técnico

Después de efectuar la reunión técnica con la cooperativa, los investigadores del Programa EMPA elaboran el dictamen técnico donde se incluye el sustento técnico de la determinación del estado de salud, el análisis de riesgo y los detalles del proceso de recomendación de cuotas. Este dictamen se envía a la Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Norte (DGIPPN) del INP con la cuota global, quien a su vez, comunica a la autoridad pesquera central (CONAPESCA) la recomendación sobre la cuota.

(6) Asignación de cuota a cada cooperativa

Con base en el dictamen técnico del INP, la autoridad pesquera central instruye a la oficina regional (Subdelegación de Pesca) que comunique al usuario la cuota a extraer durante esa temporada. La comunicación de la oficina regional se complementa con la opinión del CRIP donde se indican las cuotas por subáreas.

A continuación se ejemplifica un caso de estudio de recomendación de cuotas para el año 2005, en el cual el objetivo de manejo es que la biomasa en el 2008 sea 8% mayor que la biomasa en el 2005, es decir, que el PROMP = 1.08. Este valor fue acordado mediante minuta con los usuarios. El análisis incluye los puntos (2), (3) y (4) del esquema de la Figura 6.

(a) Estado de salud

La Figura 8 presenta la distribución posterior de probabilidad del punto de referencia que define el estado de salud. El valor esperado de esta distribución es 0.497, el cual indica que en 2005 el stock se ubica casi a la mitad de la biomasa donde se maximiza la producción excedente. El riesgo sobre el estado de salud es 0.997. Por lo tanto, el stock se ubica en el estado 1, y por consiguiente, el objetivo de manejo consiste en incrementar el tamaño de la población.

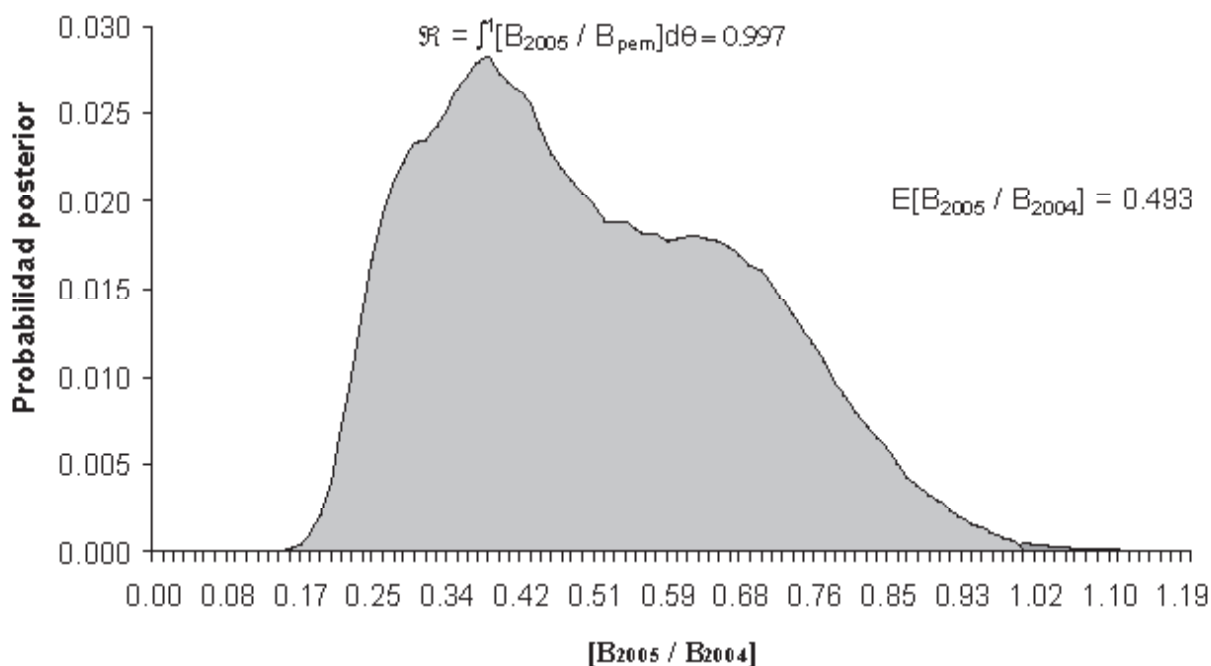


Figura 8. Distribución posterior de probabilidad del estado de salud (B_{2005}/B_{pem}) de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México. El área en gris oscuro representa el riesgo de que la biomasa en el 2005 sea menor que la biomasa donde se maximiza la producción excedente (PEM). El área en gris claro representa la probabilidad de que la biomasa en el 2005 sea mayor que B_{pem} .

b) La tendencia de la biomasa

La tendencia de la biomasa como criterio para la recomendación de cuotas se ha formalizado en tres reglas generales de decisión acordadas mediante minuta con los usuarios abuloneros.

- i) Si $E[B_{act}] > E[B_{anterior}]$, la cuota en el año actual no será menor que la cuota del año anterior.
- ii) Si $E[B_{act}] < E[B_{anterior}]$, la cuota en el año actual será menor que la cuota del año anterior.
- iii) Si $E[B_{act}] \approx E[B_{anterior}]$, la cuota en el año actual será menor que la cuota del año anterior.

Donde $E[B_{act}]$ es el valor esperado de la distribución posterior de probabilidad de Bayes de la biomasa en el año actual; $E[B_{anterior}]$ es el valor esperado de la distribución posterior de probabilidad de Bayes de la biomasa en el año anterior. La decisión sobre cual de las tres reglas se cumple se determina a partir del $E[B_{act} / B_{anterior}]$. En esta actualización *act* se refiere al año 2005 y *anterior* al año 2004.

En el caso de estudio el $E[B_{2005} / B_{2004}]$ es 1.033, lo cual indica que de 2004 a 2005 la biomasa creció 3.3 %. El riesgo, definido como $P[B_{2005} < B_{2004}]$, es 0.012. Por lo tanto, con base en Figura 9 y las reglas generales de decisión se concluye que la cuota en el 2005 no será menor que la cuota recomendada en el año 2004 (16 t).

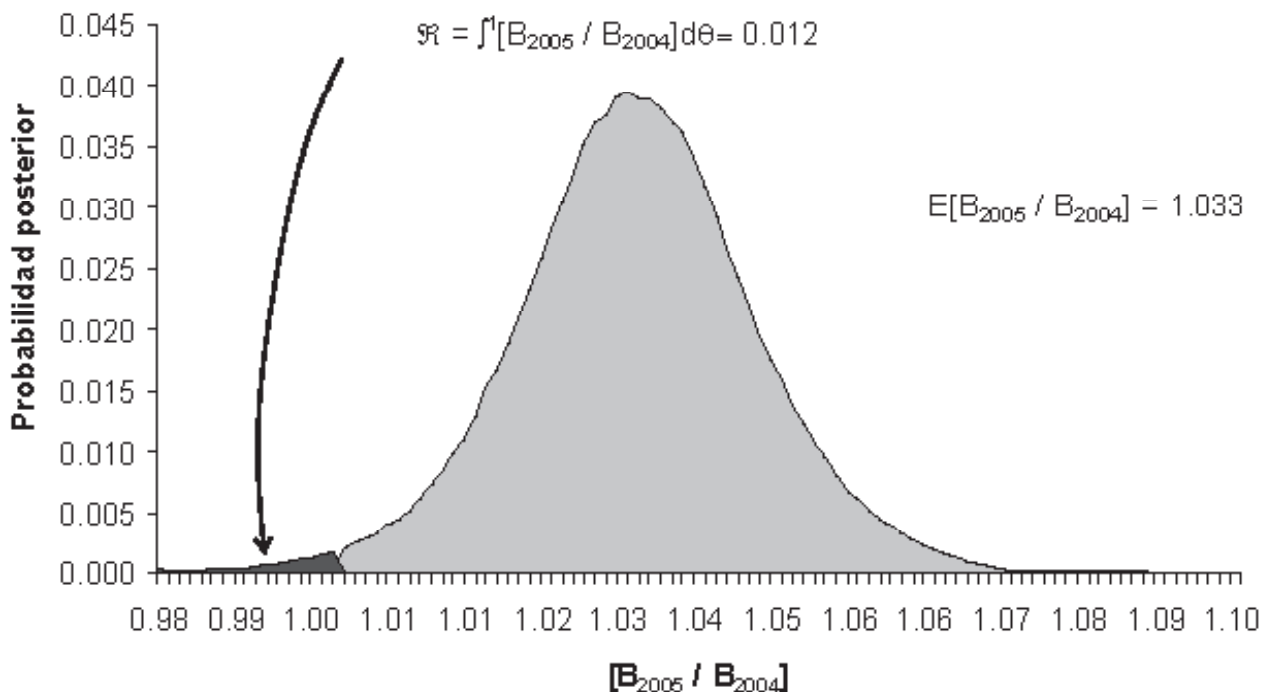


Figura 9. Distribución posterior de probabilidad de la razón B_{2005}/B_{2004} de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México. El área en gris oscuro representa el riesgo de que la biomasa en el 2005 sea menor que la biomasa en el 2004. El área en gris claro representa la probabilidad de que la biomasa en el 2005 sea mayor que la biomasa en el 2004.

c) Producción Excedente Actual

Una vez establecido que la cuota en el año 2005 no será menor que la cuota en el año 2004, el siguiente paso es tener una idea sobre el posible valor de la cuota en el 2005. Para ello es necesario estimar la producción excedente en función de la biomasa actual (2005), es decir, la PEA. En el caso de estudio el valor esperado de la PEA fue 24.4 t (Fig. 10) captura más de ese valor la biomasa tenderá a disminuir. Esto indica que para evitar que la biomasa disminuya las cuotas opcionales deberán ser menor que 24.4 t.

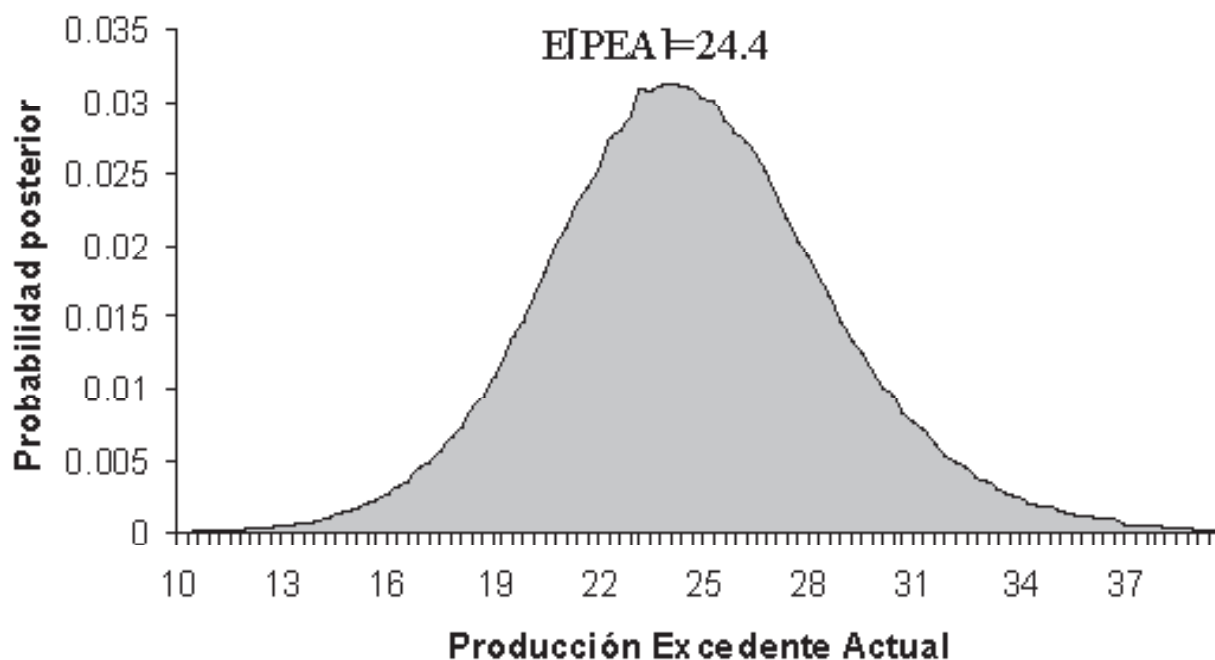


Figura 10. Distribución posterior de probabilidad de la producción excedente actual (2005) de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México.

d) Análisis de riesgo sobre diferentes alternativas de cuota (PROMP)

La Figura 11 presenta el resultado de la proyección de la biomasa al 2008 con diferentes alternativas de cuotas (16 t, 18 t, 26 t) en términos de la razón B_{2008} / B_{2005} . Con cuotas menores que 24.4 t el $E[B_{2008} / B_{2005}]$ es mayor que la unidad, lo que indica que con estas cuotas la biomasa crecería y que los riesgos serían menores que 0.5. Con una cuota de 24 t el $E[B_{2008} / B_{2005}] \approx 1$, y el riesgo cercano a 0.5. Esto señala que si se extrajera la PEA la biomasa tendría casi la misma probabilidad de crecer que disminuir. Con 26 t, un valor mayor que la PEA, el $E[B_{2008} / B_{2005}]$ es menor que 1 y el riesgo mayor que 0.5, por lo que esta cuota no es opcional.

Este análisis permite precisar en términos de riesgo las cuotas opcionales y no opcionales, las cuales coinciden con $E[PEA]$ (Fig. 10) sin embargo, no permite determinar de manera objetiva la cuota de captura, que como ya se estableció, no será menor que la cuota en el 2004 (16 t). Esta objetividad se logra con el PROMP: si el objetivo de manejo es que la biomasa en el 2008 sea 8 % mayor que la biomasa en el 2005, entonces el objetivo del

análisis consiste en explorar los valores esperados de la razón B_{2008}/B_{2005} y buscar la cuota con la cual $E[B_{2008}/B_{2005}] = 1.08$. Los resultados se presentan en la Figura 12. La cuota buscada es 18 t. La Figura 13 ejemplifica los riesgos sobre el PRL y el PROMP definidos en la Figura 7. Si el objetivo fuera evitar que la biomasa disminuya, entonces las cuotas opcionales serían aquellas en las cuales el riesgo es menor que 0.5, que de acuerdo con la Figura 13 podría ser hasta 24 t. Sin embargo, como el objetivo es incrementar el tamaño de la población en 8 % en tres años a partir del 2005, las cuotas opcionales incluyen hasta 18 t.

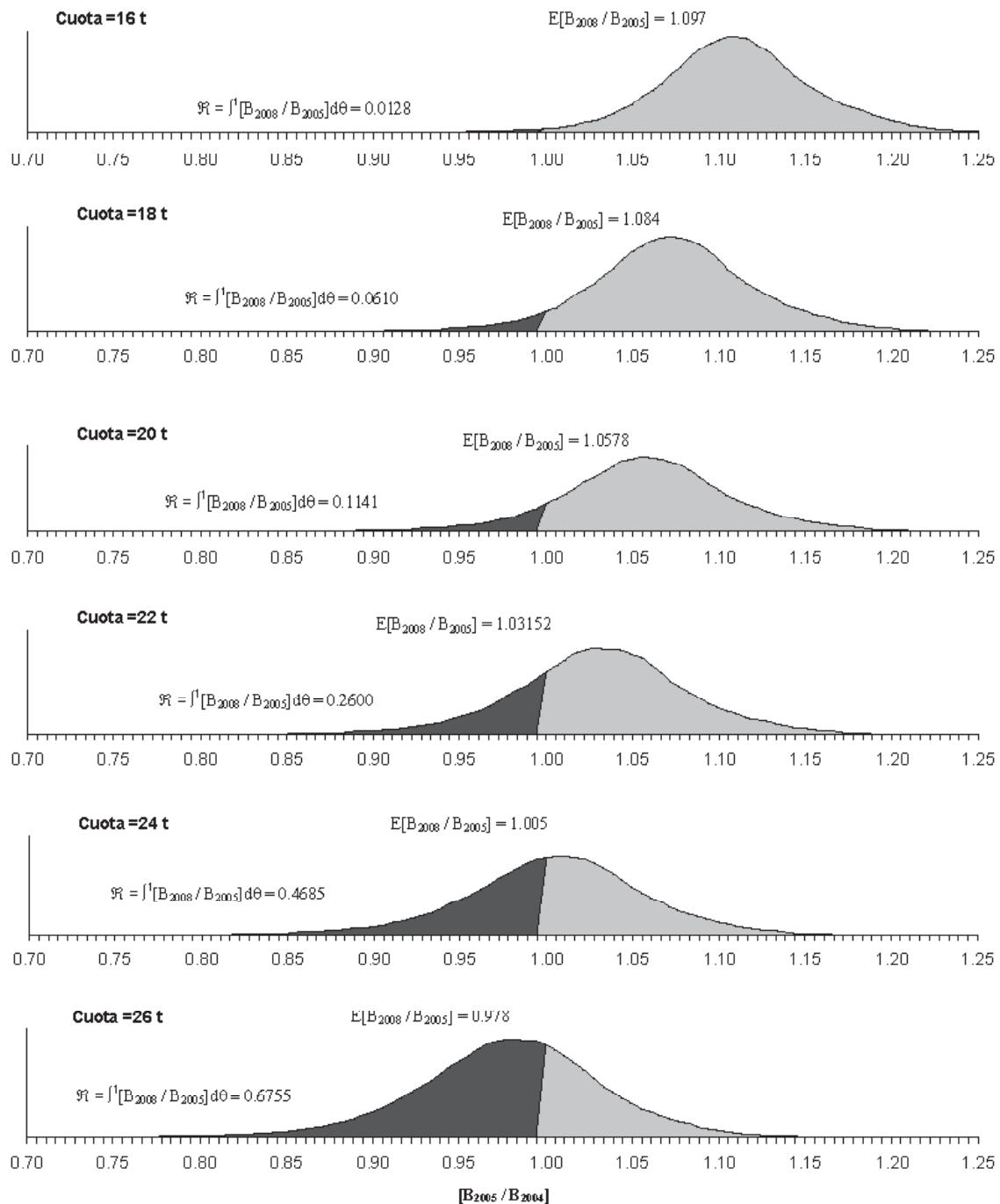


Figura 11. Análisis de riesgo con diferentes opciones de cuota de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México. El área en gris oscuro indican la probabilidad de que la biomasa proyectada al 2008 sea menor que la biomasa actual (2005).

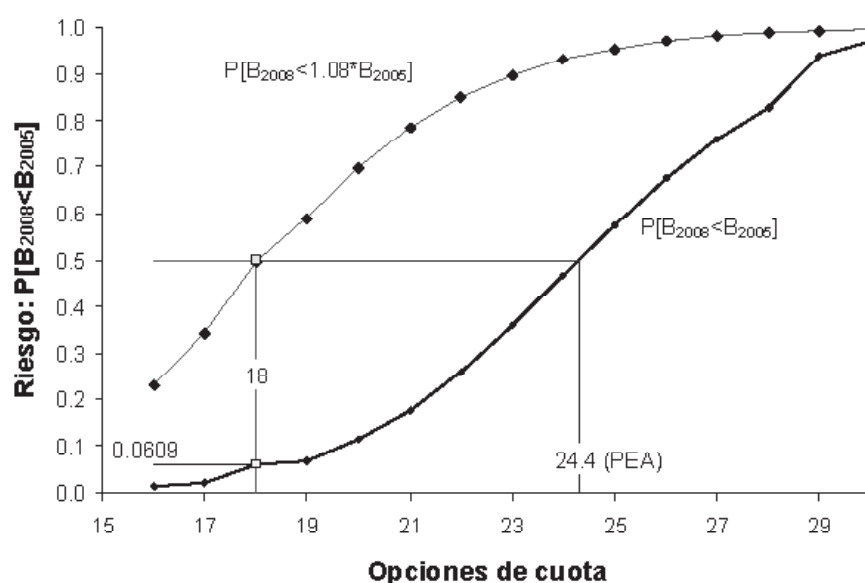


Figura 12. Valor esperado de distribución posterior de probabilidad de la razón B_{2008}/B_{2005} con diferentes opciones de cuota de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México.

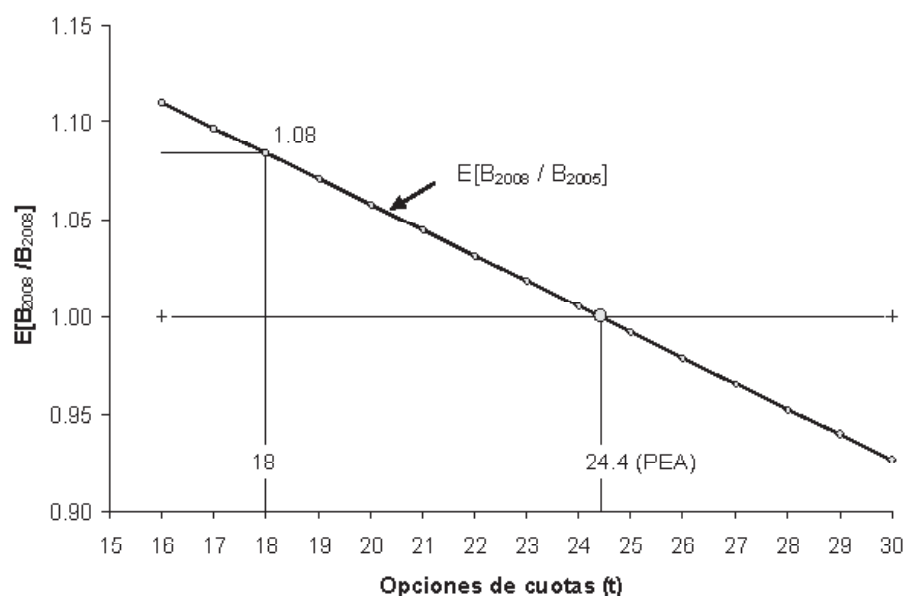


Figura 13. Análisis de riesgo con diferentes opciones de cuota de abulón azul *H. fulgens* en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México.

La información de las Figs. 12 y 13 se presenta a los usuarios en una tabla de decisión (Tabla 3). De acuerdo con el PRL las cuotas opcionales son aquellas en las cuales se busca que al menos la biomasa no disminuya, es decir que el $E[B_{2007}/B_{2004}]$ sea mayor que 1. De acuerdo con ese criterio se podrían capturar hasta 24 t. Sin embargo, como el objetivo no es mantener la biomasa sino incrementarla, en el caso de estudio el PROMP = 1.08,

por lo que las cuotas opcionales son aquellas en las cuales $E[B_{2007}/B_{2004}]$ es mayor que 1.08. De acuerdo con la Tabla 3 la máxima cuota posible es 18 t. A partir de esta tabla los usuarios de esta zona eligieron una cuota de 18 t. De esta manera se elimina cualquier tipo de subjetividad en la toma de decisiones sobre las cuotas de captura, ya que se basan en criterios totalmente cuantitativos. Lo más importante de este esquema es que se fomenta la participación explícita de los usuarios, ya que esos criterios y puntos de referencia han sido acordados y consensuados con cada uno de los representantes de las cooperativas abuloneras.

Tabla 3. Análisis de riesgo sobre el Punto de Referencia Límite y PROMP con diferentes opciones de cuotas proyectada al año 2008 en una zona de la costa occidental de la península de Baja California Sur, México.

Cuotas	$E[B_{2008} / B_{2005}]$	Riesgo PRL	Cuotas Si / No	Riesgo PROMP	Cuotas Si / No
16	1.1100	0.01284162	Si	0.2313	Si
17	1.0970	0.02324188	Si	0.3434	Si
18	1.0840	0.06095685	Si	0.4980	Si
19	1.0708	0.06961719	Si	0.5900	No
20	1.0577	0.11410622	Si	0.6987	No
21	1.0447	0.17710044	Si	0.7856	No
22	1.0315	0.259985	Si	0.8498	No
23	1.0184	0.35926799	Si	0.8968	No
24	1.0052	0.46852114	Si	0.9301	No
25	0.9920	0.57603838	No	0.9540	No
26	0.9789	0.67553453	No	0.9702	No
27	0.9658	0.76027522	No	0.9815	No
28	0.9526	0.82833892	No	0.9885	No
29	0.9395	0.93953413	No	0.9930	No
30	0.9265	0.973	No	0.9956	No

Estado actual de la pesquería de Abulón

Con el fin de no violar la confidencialidad de las cooperativas concesionadas, el crecimiento y el estado de las poblaciones de abulón azul (*H. fulgens*) y abulón amarillo (*H. corrugata*) se presentan agrupados por zona reglamentada, ponderado al tamaño de los diferentes stocks poblacionales en cada cooperativa dentro de las zonas reglamentadas. Todos los datos se presentan como valor esperado de la $dppB$. Los resultados de la estrategia de recuperación se presentan en la Tabla 4, la interpretación de esta tabla se ejemplifica con la zona II.

Tabla 4. Resultados del esquema de recuperación de abulón azul y amarillo durante el periodo 1996 – 2004. Los datos se refieren al valor esperado de cada *dppB*.

Abulón Azul (<i>Haliotis fulgens</i>)						
Zona	Análisis cuantitativo			Estado		
	$E[B_{2000} / B_{1996}]$	$E[B_{2005} / B_{2000}]$	$E[B_{2005} / B_{1996}]$	$E[B_{1996} / B_{PEM}]$	$E[B_{2000} / B_{PEM}]$	$E[B_{2005} / B_{PEM}]$
I	0.620	1.892	1.291	0.670	0.377	0.781
II	<u>1.474</u>	<u>1.681</u>	2.486	<u>0.392</u>	0.907	<u>1.010</u>
III	0.937	1.341	1.273	0.375	0.472	0.500
IV	1.304	1.513	2.123	0.620	0.979	1.028
Total	<u>1.148</u>	<u>1.659</u>	<u>2.009</u>	<u>0.505</u>	0.731	<u>0.911</u>

Abulón Amarillo (<i>Haliotis corrugata</i>)						
Zona	Análisis cuantitativo			Estado		
	$E[B_{2000} / B_{1996}]$	$E[B_{2005} / B_{2000}]$	$E[B_{2005} / B_{1996}]$	$E[B_{1996} / B_{PEM}]$	$E[B_{2000} / B_{PEM}]$	$E[B_{2005} / B_{PEM}]$
I	0.885	0.984	0.913	1.052	0.990	1.154
II	<u>1.268</u>	<u>1.530</u>	2.131	<u>0.608</u>	0.779	<u>1.084</u>
III	1.071	1.455	1.596	0.876	0.896	1.066
Total	1.057	1.336	1.587	<u>0.887</u>	0.674	<u>1.100</u>

Crecimiento poblacional

Como se observa en la Tabla 4, (zona II), el $E[B_{2000}/B_{1996}]$ es mayor que 1 (1.474 y 1.268) para el abulón azul y amarillo respectivamente, lo que indica que de 1996 a 2000 hubo crecimiento en las dos especies en la zona II. Este crecimiento no se observó en las zonas I y III. Esto se debe a que al principio del nuevo esquema de manejo hubo resistencia por parte del sector abulonero ya que constantemente solicitaban revisión de los criterios para la recomendación de las cuotas. Otro factor importante pudo haber sido la pesca ilegal. Sin embargo, esto cambió a partir del 2000 cuando se aplicaron las reglas de decisión y se definió el *PROMP*. De 2000 a 2005 hay un crecimiento en el abulón azul y abulón amarillo (68.1 y 53.0 %), respectivamente.

La Tabla 4 muestra que en términos globales durante el periodo de 1996 a 2005 se logró incrementar la biomasa de la población de abulón azul en todas las zonas. El valor ponderado de la razón B_{2005}/B_{1996} es 2.009, lo que indica que en términos globales la biomasa de abulón azul ha crecido 100 % en nueve años. Este crecimiento se ha logrado gracias a la colaboración del sector abulonero. Ejemplo de ello es el establecimiento del *PROMP*, donde cada cooperativa se comprometió a incrementar la biomasa de la población en un *cierto*

porcentaje de acuerdo a sus posibilidades económicas, sociales y a la tasa de crecimiento de las poblaciones de abulón. A partir del 2000 ya no ha habido solicitudes de revisión de cuotas y los resultados se reflejan en la Tabla 3. De 2000 a 2005 se ha observado crecimiento de la biomasa de abulón azul en todas las zonas. El valor ponderado de la razón B_{2005}/B_{2000} indica un crecimiento $\approx 66\%$ en estos cuatro años. Esto se refleja directamente en la “salud” de la población; al inicio del esquema de recuperación (1996) la población de abulón azul se encontraba al $\approx 51\%$ del objetivo de manejo y nueve años después (2005) la razón B_{2005}/B_{pem} ponderado es 0.91. Estos resultados ejemplifican la importancia de la participación de los usuarios en la toma de decisiones y en la definición de estrategias de manejo.

Estado

En 1996 las biomاسas de abulón azul en la zona II se encontraban a 0.392 del *PRO* (columna $E[B_{1996}/B_{PEM}]$). En 2005 el estado cambia al pasar de 0.392 a 1.010 (columna $E[B_{2005}/B_{PEM}]$). En el abulón amarillo pasó de 0.608 en 1996 a 1.084 en 2005 (Tabla 4). No obstante estos cambios, el estado de salud global de las dos especies es menor que 1, por lo que el recurso sigue en Estado 1, deteriorado.

Una vez que la biomasa actual no sea menor que B_{pem} se deberá consolidar la salud del stock y definir nuevos puntos de referencia junto con el sector abulonero. Esto implicará cambiar el criterio para la definición del punto de referencia objetivo (basado en B_{pem}) por ejemplo a un punto de referencia límite, donde el objetivo de manejo será que la Biomasa actual no sea menor que una biomasa límite, que en este caso podría ser B_{pem} (Sierra 2004).

Conclusiones y recomendaciones

Con base en el análisis sobre el estado de la pesquería de abulón en la península de Baja California se concluye lo siguiente:

- La estrategia de recuperación iniciada en 1996-1997 ha cumplido con los objetivos planteados inicialmente; La tendencia negativa en las biomاسas se ha detenido y en algunas zonas se ha iniciado la recuperación (ver Tabla 4 para detalles por zona y especie).
- Por lo anterior es recomendable continuar con el enfoque precautorio para la definición de cuotas implementado por el Instituto Nacional de la Pesca a partir de 1996-1997, así como con el análisis de riesgo sobre el Punto de Referencia a mediano plazo ratificado con los productores en el taller anual de abulón 2004.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Es importante recordar que los modelos sólo son una aproximación a la realidad (Gilchrist 1984), y que las fuentes de incertidumbre van desde la identificación y planteamiento del mismo hasta el error en los datos utilizados. La modelación de recursos pesqueros sujetos a explotación comercial es un proceso de actualización continua. El acopio de nuevos datos permitirá validar las predicciones realizadas con el modelo y, al mismo tiempo, esta nueva información permite identificar un prototipo (modelo) más similar al mundo real.

La actualización del estado de la pesquería de abulón se basará en la validación de las predicciones del modelo utilizado en este análisis al comparar las biomásas estimadas de manera directa en 2005 con las predicciones del modelo. En la próxima actualización se pretende incorporar el enfoque promedio Bayesiano de Modelos (Hoeting *et al.* 1999) con los dos modelos adicionales explorados en Sierra (2004).

Finalmente, es importante revisar la situación de las nueve cooperativas de las cuales no se dispone de registros de datos de captura de esas zonas, ni han colaborado a la fecha con el INP en los trabajos de estimación de biomasa pero se estima que es menos del 2% de la captura total registrada.. De estas nueve, cuatro son de Baja California (Ensenada, Rafael Ortega Cruz, Abuloneros y Langosteros, y S.P.P. Litoral de Baja California), y cinco son de Baja California Sur (Pescadores de la poza, Cadeje, San José de Gracia, 19 de Septiembre y Laguna San Ignacio). No se dispone de registros de datos de captura de esas zonas pero se estima que es menos del 2% de la captura total registrada.

Campos de colaboración

El 14 de julio de 1997 el National Marine Fisheries Service (NMFS) designó al abulón chino como un candidato a la lista de especies en peligro. En 1998, el NMFS solicitó a México, a través del INP la necesidad de realizar estudios para conocer la situación del abulón chino en todo su rango de distribución. Aún cuando el abulón chino no es ni ha sido una especie importante en la pesquería mexicana, el hecho de que se le ubique en esta categoría obliga a realizar estudios para conocer el estado poblacional en México. En el 2000 el INP (CRIP La Paz y CRIP Ensenada) junto con las cooperativas abuloneras pusieron en marcha un proyecto para conocer la distribución y abundancia del abulón chino en la costa occidental de la península de Baja California. Este proyecto incluyó tres fases: 1) Ubicación de sitios potenciales para localizar abulón chino, basado en capturas históricas y encuestas a pescadores, 2) Prospección con filmación submarina y 3) Evaluación cuantitativa vía inmersión directa. Debido a la falta de recursos económicos y equipo solo se efectuó la fase 1.

En enero de 1999 se actualizó la lista de especies candidatas a ingresar al Acta de Especies Amenazadas (Endangered Species Act, ESA), y en esta ocasión se incluyó al abulón negro *H. cracherodii*. En el 2002 con fondos de CONAPESCA se realizó una prospección de abulón negro en la región de Bahía Tortugas, con el fin de conocer el estado actual de la abundancia y estructura de la población en Baja California Sur. Turrubiates y Reineke (2003)

encontraron cuatro organismos adultos con longitud de concha de 121, 121,135 y 152 mm. Ellos concluyen que en México aun existe abulon negro pero en bajas densidades.

Personal del INP participó en el taller de trabajo que el NMFS en el Southwest Fisheries Science Center, en La Jolla CA del 29 al 30 de enero de 2004. Las evidencias presentadas en ese taller hacen suponer que en California el abulón negro será incluido en la lista de la ESA. Las causas de su descenso no son muy claras, pero en general hay consenso en que está asociado a factores derivados de los eventos “El Niño”, tales como el aumento en la temperatura del mar (probablemente favorece al agente causante del síndrome de deshidratación), mayor oleaje en la zona de rompientes, cambio de hábitat, entre otros.

Igual que el abulón chino, históricamente el abulón negro no ha sido importante en la pesquería mexicana de abulón (menos de 2%), y se cuenta con escasos estudios actualizados sobre su estado poblacional. Por lo anterior, en marzo de 2004 el INP junto con el sector productor y con apoyo de CONAPESCA se desarrolló el proyecto “Evaluación y prospección de abulón negro en la Costa Occidental de la Península de Baja California”, para conocer la distribución espacial, la abundancia y estructura poblacional del abulón negro y de esta manera contar con evidencias científicas para proponer alternativas de recuperación del abulón negro en México. Los resultados de este estudio (Muciño *et al.* 2005)) indican que *Haliotis cracherodii* se localiza a todo lo largo de su rango de distribución en la costa occidental del estado de Baja California, incluyendo las Islas Guadalupe y San Jerónimo. y en Baja California Sur solamente se encontró en Bahía Tortugas. El 98% de los organismos se encontraron por debajo de la talla mínima legal (120 mm). Además, ninguno presentó la enfermedad del síndrome de deshidratación.

En la zona de Jatay se presenta una diversidad nucleotídica considerable, con cinco haplotipos diferentes. Por lo que esta población se encuentra con posibilidades de recuperación.

Plan de manejo

Una de las colaboraciones más importantes para el Instituto Nacional de la Pesca es la de las cooperativas abulonerías, ya que gracias al apoyo logístico, financiero y técnico se cuenta con estimaciones de biomasa desde 1990 a la fecha, que fueron los datos base para el análisis realizado en este documento. Esta es una de las relaciones de colaboración que se debe continuar y consolidar con proyectos de investigación para la evaluación y el manejo. Esta colaboración debe formalizarse en un plan de manejo.

En la propuesta del plan de manejo para la pesquería de abulón en la Costa Occidental de la Península de Baja California se incluyen dos categorías de manejo para las especies de abulón: (1) con disponibilidad de biomasa para su aprovechamiento, y (2) sin disponibilidad de biomasa para su aprovechamiento. Dentro de las primeras están el abulón azul *Haliotis fulgens* y abulón amarillo *H. corrugata*; y en las segundas abulón chino *H. sorenseni*, abulón negro *H. cracherodii* y abulón rojo *H. rufescens*. Este plan se apega al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Federal de Pesca y su Reglamento y otras leyes y reglamentos. Además de ser un Plan con enfoque precautorio, acorde con el Código de Pesca Responsable (FAO 1995), del cual México es signatario, es congruente con los compromisos del Plan Sectorial y con el recurso y su pesquería.

Los objetivos generales contemplados en la propuesta del plan son: conservar la biomasa y el reclutamiento; conservar el rendimiento y beneficio económico; reducir interacciones ambientales; promover beneficios económicos para la sociedad y asegurar la calidad de los productos pesqueros.

De acuerdo con los resultados del INP, las poblaciones de abulón azul (*H. fulgens*) y abulón amarillo (*H. corrugata*) aun se encuentran deterioradas, por lo que el objetivo del plan de manejo es revertir el deterioro y recuperar las poblaciones para maximizar la producción excedente. Como parte del esquema de manejo se acordó con las cooperativas abuloneras tres reglas generales de decisión para la recomendación de las cuotas y se definió un punto de referencia objetivo a mediano plazo (PROMP) que consiste en definir un porcentaje de incremento de la biomasa en tres años con respecto a un año base.

Las acciones emergentes de manejo, son estrategias de acción a seguir en caso de que ocurran eventualidades como: a) por condiciones ambientales desfavorables que retrasen las evaluaciones y por consecuencia la recomendación de la cuota. Cuando esto ocurra se recomendarán cuotas preliminares con base a criterios de asignación acordados junto con las cooperativas. b) Prorroga de temporada en caso de eventos extraordinarios que modifiquen el patrón reproductivo y/o los procesos de asignación de cuota. c) Para otras eventualidades se convocará a una reunión de carácter urgente con la asesoría técnica de las cooperativas, dependencias de gobierno correspondientes para definir las estrategias de acción.

Líneas de investigación

Estado de las poblaciones de abulón negro, chino y rojo

Las especies de abulón chino, negro y rojo prácticamente han desaparecido de los registros. Algunas hipótesis para explicar la disminución de estas especies son: a) sobrepesca, b) la depredación natural por otras especies cuando éstas llegan a ser muy abundantes (pulpo, langosta, estrellas de mar), c) enfermedades que se incrementan en períodos cálidos, d) cambios climáticos derivados del fenómeno El Niño que afectan el reclutamiento, e) tendencia a la extinción evolutiva. Para ello se plantean las principales líneas de investigación:

- Identificar y localizar los bancos donde históricamente existieron estas especies.
- Realizar prospecciones y evaluaciones de estos bancos.
- Conocer el estado de las poblaciones de abulón chino (*H. sorenseni*), abulón negro (*H. cracherodii*) y abulón rojo (*H. rufescens*) en sus rangos de distribución históricos en México.

Evaluación y manejo

Si bien los modelos dinámicos de biomasa definen estrategias de manejo mediante puntos de referencia generales, es necesario reducir la incertidumbre en las estimaciones de biomasa las cuales están asociadas a la precisión en la estimación de las áreas abuloneras

Las principales líneas de investigación que deben abordarse para evaluación y manejo son:

- Determinación del área efectiva del sustrato rocoso de los bancos abuloneros y analizar métodos alternativos para la estimación de biomasa.
- Fortalecer el registro de datos del esfuerzo efectivo medido en tiempo de buceo, que permitirá a futuro empezar a elaborar la serie de registro de esfuerzo de manera confiable. Esto permitirá tener otras fuentes de índices de abundancia cuando la tendencia de las biomاسas estimadas de manera directa sean contradictorias.
- Conocer los stocks de las poblaciones de abulón en Isla Guadalupe, B.C.
- Estudiar cuantitativamente el impacto del enfriamiento y calentamiento del agua en la estructura de las poblaciones de abulón, en el reclutamiento y en la estructura de la comunidad de los bancos abuloneros.
- Actualización de los estudios de fecundidad y crecimiento (en longitud y peso) por especie en cada una de las zonas.
- Utilizar otros modelos poblacionales que incorporen más parámetros biológicos e incluir nuevos puntos de referencia que permitan analizar otras alternativas de manejo.
- Evaluar cuantitativamente la presencia de organismos con síndrome de deshidratación, así como otras posibles causas de su presencia.
- Realizar estimaciones de mortalidad total mediante frecuencia de tallas para utilizarlo como información auxiliar en modelos poblacionales dinámicos.
- Iniciar la recopilación y análisis de la información disponible para explorar posibles alternativas de manejo con el enfoque de ecosistema en las zonas donde este sea posible.

Repoblación

- Iniciar los estudios para determinar índices de reclutamiento y deriva larval (a nivel semilla o juveniles) como base para el análisis del posible arreglo metapoblacional.
- Estudiar la efectividad de crear polos de reproducción mediante el trasplante de organismos de áreas ambientalmente similares.
- Evaluar la efectividad de los repoblamientos vía semilla cultivada o “ranchos marinos” en zonas donde el abulón prácticamente ha desaparecido.

Genética

- Caracterización genética de las especies y subespecies endémicas de la Isla Guadalupe con las del macizo continental.
- Realizar estudios de variabilidad genética de las poblaciones silvestres de abulón en cada zona y comparaciones entre zonas.

Investigación tecnológica

- Realizar un estudio para conocer los periodos óptimos de aprovechamiento máximo de empaque.
- Realizar una investigación para analizar la factibilidad de proponer una talla máxima legal para maximizar el rendimiento económico.

Adicionalmente es importante estudiar la dinámica de las poblaciones de abulón dentro de un marco ecológico, lo que permitirá comprender aún más el efecto de los cambios asociados

a los eventos ENOS en las comunidades marinas y su impacto en las especies de interés comercial, además de las relaciones entre las especies que comparten el mismo hábitat en lo que se refiere a competencia y depredación. Indudablemente para lograr esto se requiere de datos fidedignos, obtenidos con una estrecha colaboración entre cooperativas, universidades, empresas que comercializan este recurso y el Instituto Nacional de la Pesca, responsable científico del manejo de los recursos pesqueros en México.

REFERENCIAS

- Allen, R.L. 1971. Relation between production and biomass. J. Fish. Res. Board Can. 28: 1573-1581.
- Altstatt, J.M., Ambrose, R.F., Engle J.M., Haaker, P.L., Lafferty, K.D., Raimondi, P.T. 1996. Recent declines of black abalone *Haliotis cracherodii* on the mainland coast of central California Marine Ecology Progress Series 142: 185-192.
- Andrade, P.M.L. 1971. Algunos aspectos sobre la madurez gonadal en *Haliotis fulgens* y *Haliotis corrugata* (Phylum Mollusca, Clase Gasteropoda) por observación directa. Tesis Profesional Esc. Sup. Cien. Mar. UABC, Ensenada, Baja California.
- Astudillo, G.J.M. 1993. Algunos aspectos reproductivos del abulón azul *Haliotis fulgens* Philippi 1845 (Mollusca: Haliotidae) en tres áreas: La Bocana, San Juanico y La Poza, B.C.S., México en un ciclo anual. Tesis Profesional, Dep. Biol. Mar. UABCS, La Paz, México.
- Baqueiro, C.E., A Aviles Q., J.A. Massó R., M. Muciño D., P. Rogers, N. Y A., Vélez B. 1992. Manual de métodos de muestreo y evaluación de poblaciones de moluscos y otros recursos bentónicos. *Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca.*
- Berger, J.O. 1985. Statistical decision theory and Bayesian analysis. 2nd ed. Springer-Verlag, New York, N.Y. 617 p.
- Box, G. E. P. y G. C. Tiao. 1973. Bayesian inference in statistical analysis. Wiley Classics. New York. 588p.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fish. Tech. Pap. 347: 1-83.
- Carling, B. P. y T. A. Louis. 1997. Bayes and empirical Bayes methods for data analysis. Chapman y Hall, New York.
- Cochran G.W. 1986 Técnicas de muestreo 6^a Impresión. Ed. C.ECSA, México.
- Cordue, P.L. y R.I.C.C. Francis. 1994. Accuracy and choice in risk estimation for fisheries assessment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 817-829.

Cox, K. W. 1962. California abalones, family Haliotidae. Fish. Bull: 118-133.

Departamento de Pesca, 1980. Análisis de la pesquería de abulón en Baja California y fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

D.O.F. 1993 Norma Oficial Mexicana – 005-Pesc-1993 (D.O.F. Dic. 31 de 1993).

Doi, T., S. Guzman del Proo; A.V. Marín; Q.M. Ortiz; A.J. Camacho y L.T. Muñoz. 1977. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el área de Punta Abrejos e Isla de Cedros, B.C. Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca. Serie Científica 18.

FAO 1995. Código de conducta para la pesca responsable. FAO, Roma.46 p.

Firedman, C.S., Thomson, M., Chun, C., Haaker, P.L., Hedrick, R.P. 1997. Withering syndrome of the black abalone, *Haliotis cracherodii* (Leach): Water Temperature, food availability and parasites as possible causes. Journal of Shell fish Research 16 (2), 403-411.

Francis, R. I. C. C. 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: a case study using orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) on the Chatham Rise, New Zealand. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 922-930.

Francis, R.I.C.C. y R. Shotton. 1997. Risk in fisheries management: a review. Can. Fish. Aquat. Sc. 54: 1699-1715.

Gelman, A., J. B. Carlin y D. B. Rubin.1995. Bayesian data analysis. Chapman y Hall, New York. 526p.

Gilchrist, W. 1984. Statistical modelling. John Wiley and Sons. New York.

Guzmán del Proó, S.A. 1989. Una revisión sobre la biología y pesquería del abulón (*Haliotis spp.*) en México. Res. I Simp. Intern. Abulón: Biología, Pesquerías y Cultivo. La Paz, B.C.S. México.

Guzmán del Proó, S.A., J. Pineda, B.J. Molina, F. Uribe, R. Aguilar, M. Andrade, G. León, V. Marín y C.E. Castro. 1980. Análisis de la pesquería del abulón de Baja California: fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado):1-294.

Guzmán del Proó, S.A., V. Marín A. y C. Castro A. 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón (*Haliotis spp.*) de Baja California en los años 1968-70. Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México: Abulón/Langosta. SIC/INP, Ensenada: 219-301.

Haddon, M. 1998. The use of biomass-dynamic model with short-lived species: is $B_1 = K$ an appropriate assumption?: Pp. 63-78 In: Risk Assessment. Otago Conference Series No 3(Eds) Fletcher, D. J. and N.F.J. Manly. University of Otago Press, Dunedin

Hilborn, R y M. Mangel. 1997. The ecological Detective: Confronting Models with Data. Princeton University Press.

Hilborn, R, y C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York.

Hilborn, R. 1987. Living with uncertainty in resource management. N. Am. J. Fish. Manag. 7: 1-5.

Hilborn, R; E.K. Pikitch y M.K. Mckallister. 1994. A Bayesian estimation and decision analysis for an age-structured model using biomass survey data. Fisheries Research 19: 17-30.

- Hoeting, J.A., Madigan, D., Raftery A.E y C. T. Volinsky 1999. Bayesian model averaging: a tutorial. *Statistical Science*. Vo1. 14. No. 4:382-417.
- Lafferty, K. D, & A. M. Kuris. 1993. Mass mortality of abalone *Haliotis cracherodii* on the Channel Islands: tests of epidemiological hypotheses. *Marine Ecology Progress Series* 96(3): 239-248.
- Leighton, D.L. 1974. The influence of temperature on larval and juvenile growth in three species of Southern California abalones. *Fish Bull* 72(4):1137-1145
- Lelevier, G.A., G. León C., M. Ortiz Q., J.R. Turrubiates M., J.G. González A. y M.A. Reinecke R. 1989. Análisis biológico pesquero del stock abulón en la península de Baja California, durante las temporadas de pesca 1981-1988. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- León, C.J.G. y M. Muciño. 1995. Nota informativa sobre la pesquería de abulón en Baja California. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito): 1-6.
- León, C.J.G. y M. Muciño. 1996. Pesquería de abulón (15-41). En: Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.) Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. Gobierno del Estado de B.C.S./FAO/SEMARNAP, México.
- León, C.J.G. y M. Ortiz. 1992. La pesquería del abulón en Baja California. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- León, C.J.G. y N. Ceseña. 1988. Análisis biológico pesquero de la temporada de pesca 1987 de abulón. Zona de explotación de la S.C.P.P. Bahía Magdalena. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito):1.16.
- Luna, G.A. 1993. Ciclo reproductivo de abulón azul *Haliotis fulgens*, Philippi 1845 (Mollusca: Haliotidae) en la Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Tesis Profesional, Dpto. Biol. Mar. UABCS, La Paz.
- McAllister, M, K., E. K. Pikitch; A. E. Punt y R. Hilborn. 1994. A Bayesian approach to stock assessment and harvest decisions using the sampling/importance resampling algorithm. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 2673-2687.
- Molina, M.J. 1983. Estimaciones de fecundidad en *Haliotis fulgens* de El Bajo, Bahía Rosario, Baja California. *Ciencia Pesq.* 4: 77-95.
- Mottet, M. G. 1978. A review of the fishery biology of the abalones. *Wash. State Dep. Fish. Tech. Rep* 37: 1-81.
- Muciño, D.M., P. Sierra R., J.J. Castro G., F. Caballero A., J. Talavera M. J.R. Turrubiates M. y J.L. Rivera U. 2005. Evaluación y prospección de abulón negro *Haliotis cracherodii* en la costa occidental de la península de Baja California 2004. Inst. Nal. de la Pesca. DGIPPN Informe de investigación (inédito) 46 p
- Muciño, D.M., B.A. Vélez, J.R. Turrubiates y M.A. Reinecke. 1995. Aspectos reproductivos del recurso abulón en las zonas II, III y IV y su relación con la ampliación del periodo de veda. México. Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Muñoz, L.T. 1976. Resultados preliminares de un método para determinar edad en abulones (*Haliotis spp.*) de Baja California. *Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México: Abulón/Langosta*. SIC/INP, Ensenada: 281-301.
- Ogawa, J., M. Muciño D. y D. Aguilar O. 1992. Producción de semillas de abulón *Haliotis fulgens* en el laboratorio de la S:C.P.P. Progreso S.C.L. en La Bocana, B.C.S. México. JICA/SEPESCA, México.

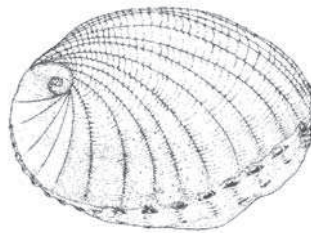
- Ortiz, Q. M., G.C. León y D.M. Muciño. 1992. La pesquería de abulón en la Península de Baja California: Situación actual y perspectivas. En: SEPESCA (ed). Los Recursos Pesqueros del País. XXV Aniversario Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA-INP, México.
- Ortiz, Q.M. y G. González a. 1986. Notas sobre madurez, ínice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis spp.* (Mollusca: Gasteropoda) a partir de colectas en el Rosario e Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California. México. Centro Regional de Investigación Pesquera en Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la inédito).
- Ortiz, Q.M., G. León C., M.A. Reinecke, A. Lelevier G., J.R. Turrubiates M y J.G. González A. 1990. Proceso reproductivo en especies de abulón (*Haliotis spp.*) y su relación con los mecanismos regulatorios pesqueros en la costa occidental e islas de la península de Baja California, México. Res. VIII Simp. Internal. Biol. Mar. UABC, Ensenada, México: 156-163.
- Owen, R., J.H. McLean y R.J. Meyer. 1971. Hibridization in the Eastern Pacific abalones (*Haliotis*). Bull. L.A. County Mus. Nat. Hist. Sci. 9: 1-37.
- Polacheck, T., R. Hilborn y A.E. Punt. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 2597-2607.
- Punt A. E. 1990. Is $B_t = B_0$ an appropriate assumption when applying an observation error production-model estimator to catch-effort data? South African Journal of Marine Science. 9:249-259.
- Punt, A.E., y Hilborn, R. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: a review of the Bayesian approach. *Rev. Fish. Biol.* 7, 35-63
- Punt, A.E., y Hilborn, R. 2001. Bayes-SA. Bayesian stock assessment methods in fisheries-user's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No 12, Rome FAO. 56p
- Restrepo, V. R., J. M. Hoenig, J. E. Powers, J. W. Baird, y S. C. Turner. 1992. A simple simulation approach to risk and cost analysis, with applications to swordfish and cod fisheries. *Fish. Bull.* 90: 736-748.
- SAGARPA. 2003. Anuario estadístico de pesca 2002. *México*
- Schnute, J. 1987. Data uncertainty, model ambiguity, and model identification. *Nat. Res. Mod.* 2 (2): 159-212.
- Schnute, J.T. y R. Hilborn. 1993. Analysis of contradictory data sources in fish stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1916-1923.
- Shepherd, J.G., S.A. Guzmán del Proó, J. Turrubiates, J. Belmar, J.L. Baker y P.R. Sluczanowski. 1991. Growth, size at maturity, and egg-per-recruit analysis of the abalone *Haliotis fulgens* in Baja California. *Veliger* 34 (4): 324-330.
- Sierra R. P. 2004. Incertidumbre y riesgo en puntos de referencia para el manejo de la pesquería de abulón en la Península de Baja California, México. Tesis de maestría. IPN-Cicimar. 162 p.
- Sierra, R.P., E. Zarate, M. Muciño y A. Vélez. 1998. Incorporación de la variabilidad ambiental en los modelos de producción excedente e incertidumbre en el proceso de ajuste. Documento Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sissenwine, M.P y J.G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 913-918.
- Smith, A.D.M. 1993. Risk of over-and under-fishing new resources. In: Smith, J.J. Hunt y D. Rivard (eds). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: 261-267.

- Smith, S.J. y S. Gavaris. 1993. Evaluation the accuracy of projected catch estimates from sequential population analysis and trawl survel abundance estimates In: Smith, J.J. Hunt y D. Rivard (eds). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120: 163-172.
- Steinbeck J.R., J.M. Groff, C.S. Friedman, T. McDowell and R.P. Hedrick. 1992. Investigations into a mortality among population of the California black abalone *Haliotis cracherodii* on the Central Coast of California, U.S.A. In S.A. Shepherd of the World. Biology Fisheries and Cultive. Proceeding of 1st. International Symposium on Abalone. Fishing News Book. The University Press. 203-213.
- Tissot, B. N. 1991. Geographic variation and mass mortality in the black abalone: the roles of development and ecology. Ph.D. Dissertation, Oregon State University, 271 pp.
- Turrubiates M., J. R. y M. A. Reinecke R. 2003. Resultados del Proyecto: Situación actual de la población de *Haliotis cracherodii*, abulón negro en la región de Bahía Tortugas, B.C.S. financiado por la Comisión Nacional de Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Turrubiates M., J.R. 1994. Algunos aspectos relacionados con el problema de mortalidad (conocido como síndrome de debilitamiento o síndrome de deshidratación) en las poblaciones de abulón *Haliotis spp.* SEPESCA. INP. CRIP LP. (Informe Interno).
- Turrubiates, M. J. y J.L. Castro O. 1992. Growth of *Haliotis fulgens* in Bahia Tortugas, Baja California Sur, México. In: Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture. Proceedings of the 1st International Symposium on Abalone. La Paz, Mexico: 10-15.
- Turrubiates, M.J. 1996. Mortalidad natural de abulón *Haliotis spp.* En la región noroccidental de Baja California Sur. Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Turrubiates-Morales J.R. 1997. Descripción del síndrome de deshidratación o deterioro en las poblaciones de abulón *Haliotis spp.* en la costa noroccidental de Baja California Sur. Boletín Pesquero CRIP-LP. 6 1-3.
- Valles, R.H. 1993. Síndrome de deterioro en poblaciones de abulón chino *Haliotis sorenseni* detectados en puntos situados entre Punta Baja y Punta San Antonio, B.C. México. Centro Regional de Investigación Pesquera en Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Valles, R.H. 2001. Análisis histopatológico del abulón negro *Haliotis crachehodii* afectado por el síndrome de deterioro. SAGARPA, Instituto Nacional de la Pesca. Ciencia Pesquera No. 14:5-18.
- Vega, V. A. y E. Michel. 1992. Contribución al conocimiento de la biología reproductiva del abulón azul (*Haliotis fulgens* Philippi 1845), en el litoral de Punta Eugenia, B.C.S. México. Res. IX Simp. Biol. Mar. UABCS, La Paz, México.
- Vega, V. A., A. del Valle y R. Ayala. 1990. Evaluación poblacional de abulón (*Haliotis spp.*) durante el verano-otoño de 1990, en las áreas de pesca comprendidas de Punta Los Elefantes hasta tres millas al sur de Punta Eugenia; dentro de la zona de pesca de la S.C.P.P. La Purísima S.C.L. Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Vega, V. A., E. Michel, J. Turrubiates, A. del Valle, A. Piñuelas y F. Espinoza. 1993. Desarrollo gonádico y reclutamiento reproductor del abulón amarillo (*Haliotis corrugata*), en el litoral centro-oeste de la península de Baja California, México. Res. V Congr. Latinoam. Cienc. Mar. UABCS, La Paz, México.
- Vega, V. A., G. León y M. Muciño. 1994. Sinopsis de información biológica, pesquera y acuacultural de los abulones (*Haliotis spp.*) de la península de Baja California, México. Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

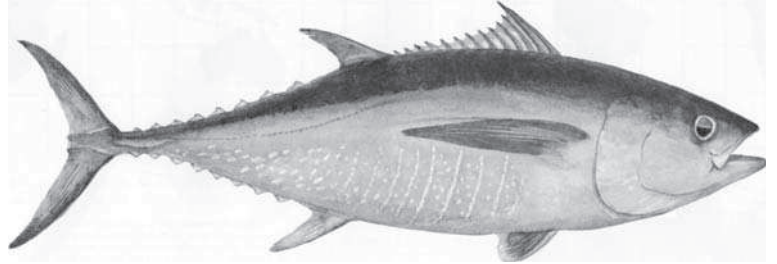
Vélez, B.J.A. y M. O. Muciño D. 1998. Composición por especies en las existencias silvestres y en la captura comercial del abulón *Haliotis spp* en la península de Baja California, México. Período 1990-1998. Centro Regional de Investigaciónn Pesquera en La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (Inédito).

Walters, C.J. and Hilborn, R. 1976. **Adaptive control of fishing systems**. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 145-159.

Walters, C.J. and Ludwig, D. 1994. Calculation of Bayes posterior probability distributions for key population parameters: a simplified approach. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 713-722



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca

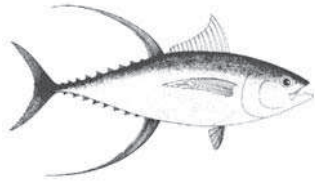


La pesquería del Atún
 La pesquería del Atún
 La pesquería del Atún

Atún del
 Océano
 Pacífico
 Atún
 Atún
 Atún
 Atún
 Atún

BREVIARIO

Atún del Oceano Pacífico
Especie: Atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) y Barrilete (<i>Katsuwonus pelamis</i>) • Mexico pesca el 34% del volumen total capturado en el pacífico oriental tropical. • La pesca con cerco se realiza en tres modalidades: Sobre cardúmenes asociado a delfines, a objetos flotantes y de cardúmenes libres. • Todos los viajes de pesca llevan observadores a bordo. • Después de 10 años de embargo, se espera que en México se reincorporen al mercado estadounidense, con la etiqueta “Dolphin safe”. • Los estudios más recientes sobre poblaciones de delfines indican que éstas no se ven afectadas por la tasa de mortalidad incidental, que es cercana a cero.
Tendencia de la captura: Captura de 1997: 168,373 t. (MÁXIMO HISTÓRICO) Captura 1999: en disminución, con 147,261 t.
Efecto Años 97-98 Favorece el reclutamiento e incrementa el hábitat por la profundización de la termoclina, reduciendo la vulnerabilidad de captura
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: Rendimiento por recluta (en altas RPR)
Estado de la Pesquería: Aprovecha el máximo permisible
Medidas de manejo: Límite de mortalidad incidental de delfines por barco (LMD) cuota global para el atún de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, con posible cierre de zonas. (NOM-EM-002-PESC-1999).
Objetivo de las medidas: Protege a los delfines asociados a los cardúmenes.



Atún del Océano Pacífico

**Michel Dreyfus León
y Humberto Robles Ruiz**

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada.
Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5. C.P. 22760
Ensenada, B.C., México

LA PESQUERÍA

Importancia

La captura de las diferentes especies de túnidos en el mundo durante el 2002 fue de alrededor de 3,800,000 t, de las que el Océano Pacífico aporta el 65%, siendo el barrilete *Katsuwonus pelamis* el más importante en términos del volumen de capturas, habiendo otros túnidos con menores capturas pero con mayor valor comercial como el atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, el patudo *Thunnus obesus*, el albacora *Thunnus alalunga*, y el atún aleta azul *Thunnus thynnus*.

En el Océano Pacífico Oriental (OPO), que es la región donde participa la flota mexicana, el atún aleta amarilla es la especie con el mayor volumen de captura con el 60-65% de la captura total de esta zona.

Durante el 2003 la flota atunera mexicana obtuvo una captura record de túnidos con 183,000 t correspondiendo 162,990t al atún aleta amarilla, 16,600t de barrilete y 3,225t de atún aleta azul. Este último ha tomado gran importancia en los últimos 4 años debido a su alto valor comercial ya que es capturado y puesto en corrales especiales para engorda, exportarlos principalmente a Japón. El resto, 275 toneladas, corresponden a otras especies como patudo y barrilete negro principalmente.

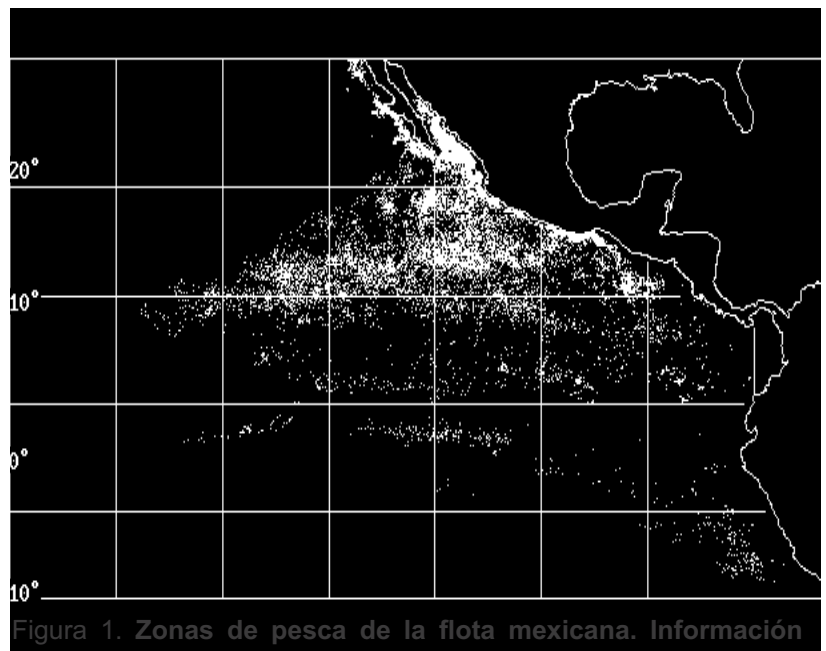


Figura 1. Zonas de pesca de la flota mexicana. Información registrada por los observadores científicos del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines.

En el océano Pacífico oriental pescan atunes los barcos de 13 países, siendo la flota mexicana la más importante en términos de capacidad de carga y número de embarcaciones de gran capacidad de acarreo. Esta región aporta aproximadamente el 18% de la captura total de atún en el mundo. La pesquería mexicana del atún en esta región se realiza tanto en la Zona Económica Exclusiva de nuestro país, principalmente en ambas costas de Baja California Sur, la entrada y parte sur del Golfo de California, y cerca de las islas Revillagigedo; como en aguas internacionales. La pesca mexicana se localiza en una franja que tiene como eje los 10° de latitud norte, y se extiende hacia mar adentro aproximadamente hasta los 140° de longitud oeste (Fig. 1).

En México, el atún es la segunda pesquería en cuanto a volúmenes de captura, después de la sardina y la segunda en valor, después del camarón. De los 11 estados costeros del Pacífico mexicano, Sinaloa, Baja California, Colima, y Chiapas cuentan con la mayoría de la flota y la mejor infraestructura para esta pesquería, descargándose en ellos el 90% de la captura de la flota (SEMARNAP 1999).

El atún aleta amarilla constituye en los últimos años entre 75% y 90% de la captura anual de la flota mexicana, el barrilete representa entre 7% y 20%, mientras que las otras especies (aleta azul, patudo, albacora, bonito) conforman menos del 5% de la captura. Estos porcentajes varían en función de la proporción del tipo de lances que se efectúen, de las condiciones oceanográficas presentes, del interés de la industria y de la abundancia misma de estos recursos.

La pesquería mexicana de atún en el océano Pacífico comenzó con embarcaciones extranjeras en los años treinta; mientras que los mexicanos incursionaron de manera industrializada a partir de 1950. Antes de este año la pesquería era de tipo artesanal. La flota atunera mexicana se desarrolló rápidamente durante los años setenta y ochenta; así, de 11 barcos en 1970, creció a casi 90 en tan sólo 15 años (Polanco *et al.* 1987). El número de plantas procesadoras, la capacidad portuaria y las utilidades por exportación también subieron en ese periodo. El desarrollo de las capturas por la flota mexicana ha sido sostenido desde 1989 y para el 2003 se obtuvo la máxima captura que fue de alrededor de las 183,000 toneladas incluyendo a todas las especies de atunes debido principalmente a la eficiencia y buen desempeño de la flota (SEMARNAP 1999).

La industria del atún en México ha sido afectada por la imposición de embargos por parte de Estados Unidos, que es uno de los principales consumidores de atún enlatado en el mundo. El primer embargo comenzó en 1980 cuando México ejerció sus derechos de soberanía territorial contra embarcaciones estadounidenses (Castro y Castro 1989). El embargo fue levantado porque de acuerdo a la legislación americana, al no haber más detenciones de barcos con bandera estadounidense las sanciones debían levantarse (SEMARNAP 1998).

El segundo embargo fue impuesto en 1990 porque se consideró que México, junto con flotas de otras naciones, tenía una tasa de captura incidental de delfines mayor a la de la flota estadounidense, de acuerdo con lo estipulado en el Acta de Protección a los Mamíferos Marinos de EEUU. Esta acción constituyó una más de las presiones de ese país hacia México, desde los inicios de la pesquería, por intereses económicos y el control de la misma.

En 1991 México solicitó al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT), que un grupo especial analizara las restricciones impuestas por Estados Unidos. El panel dio su fallo en favor de México, sin embargo, se decidió no continuar con esta demanda para evitar problemas durante las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (McLaughlin 1994). Finalmente el embargo atunero fue levantado oficialmente por el Congreso de Estados Unidos el 30 de julio de 1997, persistiendo el problema de entrada del atún mexicano al mercado estadounidense por la dificultad de la aceptación del etiquetado "Dolphin Safe".

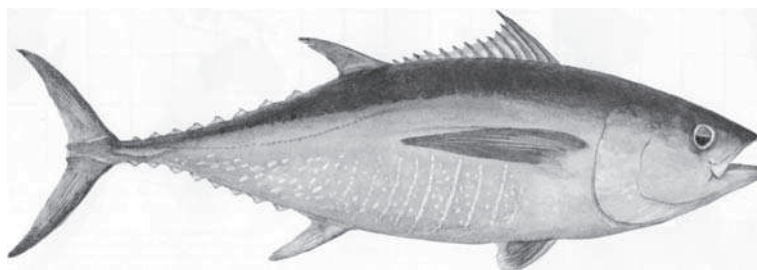
Biología

La familia Scombridae agrupa 49 especies, en su mayoría individuos epipelágicos marinos. Muchas especies de esta familia poseen una vejiga natatoria rudimentaria o ha desaparecido, lo que obliga a estos peces a andar en continuo movimiento para mantenerse a cierta profundidad. La tribu de los atunes propiamente dichos, incluye a cuatro géneros con una característica única entre los peces teleósteos. Poseen un sistema de contracorriente de intercambio de calor entre venas y arterias, para retener el calor metabólico que hace que el pez tenga una temperatura más alta que el agua circundante (Collette 1978). Este mecanismo de termorregulación le da la posibilidad a estos organismos de extender su hábitat y mantener un nivel adecuado de actividad metabólica.

La mayoría de las especies de atunes son capaces de recorrer grandes distancias, por lo cual se les conoce como nadadores incansables.

Todos los atunes son cosmopolitas; generalmente prefieren los hábitat oceánicos; son altamente migratorios y se agrupan formando cardúmenes.

El atún aleta amarilla se distribuye en aguas tropicales y subtropicales entre los paralelos 40° norte y 40° sur. En aguas mexicanas se encuentra a lo largo de la costa del Pacífico, en la parte sur y media del Golfo de California e Islas Revillagigedo. Alcanza una longitud furcal (Lf) máxima de casi 200 cm, aunque en la pesquería se capturan desde los 40 cm de longitud hasta los 160 cm aproximadamente de longitud furcal. Los cardúmenes con tallas mayores frecuentemente se asocian con delfines.



Atún Aleta Amarilla, *Thunnus albacares*. Pintura de G. Mattson, tomado de Joseph et al 1986.

El peso máximo es de 176 kg, aunque el peso individual promedio en la captura es de aproximadamente 20 kg. La predominancia de organismos alrededor de este peso promedio está en función de las áreas de captura y de la proporción de lances sobre los diferentes

tipos de cardúmenes. Se encuentra en un rango de temperaturas de 18 °C y 31 °C; su distribución vertical parece estar afectada por la estructura térmica de la columna de agua, generalmente por arriba de la termoclina.

Esta especie se reproduce todo el año, pero en diferentes áreas se alcanzan los valores más altos en diferentes épocas. El desove se realiza en aguas tropicales y subtropicales frecuentemente cerca de la costa. Los huevos y las larvas son planctónicas. Son depredadores activos que se alimentan de grandes presas, pequeños peces, crustáceos y calamares, (Cole 1980).

Las causas de la asociación atún-delfín no son comprendidas del todo. González (1989) enlista algunas hipótesis:

- Que muchos hábitos del atún aleta amarilla y del delfín manchado (*Stenella attenuata*) son similares, como su alimentación, basada en especies pelágicas y epipelágicas de peces y calamares. El atún obtendría provecho de la interacción, utilizando las habilidades de los delfines para detectar más fácilmente a sus presas. Lo que aún está a discusión es si entre ambos grupos de animales existe una relación de competencia o de mutualismo. Sin embargo se ha probado que los hábitos alimenticios del atún aleta amarilla y de los delfines con los que se asocia son diferentes, siendo el atún una especie oportunista. El análisis del contenido estomacal de atunes y delfines (Galván-Magaña y Olson 1998) se encontraron estómagos vacíos y otros llenos a diferentes horas del día. Los delfines aparentemente se alimentan de preferencia en la noche; realizan inmersiones para capturar a sus presas que se desplazan verticalmente desde aguas más profundas,
- Que, al asociarse atunes y delfines de tallas similares, la probabilidad de ataque por depredadores, como tiburones y orcas, disminuye.
- Que para los delfines, el cardumen de atún funcionaría como un falso fondo protector en aguas profundas, lo que daría seguridad a la manada.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La pesca de atún en el océano Pacífico Oriental se realiza durante todo el año, sin presentarse una estacionalidad muy marcada, con un patrón de capturas relativamente estable durante los últimos años. La abundancia de este recurso se ve afectada por perturbaciones climáticas notables, como es el caso del fenómeno “El Niño-Oscilación del Sur” (ENOS), que influye directamente en las condiciones ambientales.

La flota atunera mexicana está compuesta de dos tipos de embarcaciones; las cerqueras y las vareras o de pesca con carnada viva. La tabla 1 muestra el número de embarcaciones atuneras por tipo, capacidad de acarreo y puerto base.

Tabla 1. Número de barcos atuneros activos de la flota atunera mexicana en los últimos años por puerto base y capacidad de bodega (toneladas métricas).

Puerto Base	Barcos Cerqueros Mayores			Barcos Cerqueros Menores			Barcos Vareros	
	363-600t.	601-000t.	>1000t.	100-200t.	201-300t.	301-362t.	45-100t.	101-150t.
Mazatlán	0	5	15	3	4	6	0	0
Ensenada	1	8	7	2	2	3	3	6
Manzanillo	0	0	3	0	0	0	0	0
Pto Madero	0	1	2	0	0	0	0	0
Total	1	13	27	5	6	9	3	6

El atún aleta amarilla forma grandes cardúmenes que se asocian a grupos de delfines en altamar y al efectuar lances con redes de cerco, algunos delfines pueden quedar atrapados. Sin embargo la tecnología utilizada en estos artes de pesca como el paño de protección de delfines y las diferentes maniobras de liberación empleadas ha permitido la reducción de la mortalidad incidental de los delfines, a niveles insignificantes.

En México se utiliza principalmente la red de cerco para la captura de atún, la cual puede medir hasta 1,850 m de longitud y hasta 200 m de altura, de acuerdo al tamaño y capacidad de la embarcación.

Para capturar el atún, se suelta la embarcación auxiliar la cual lleva sujeta un extremo de la red; el barco va soltando poco a poco el resto de la red que lleva en el tornamesa de la popa hasta llegar de nuevo a la embarcación auxiliar formando un círculo con ella. La red en la parte inferior (relinga inferior), está provista de anillas por las cuales pasa un cable llamado de jareta el cual se utiliza para cerrar la red por debajo. De esta forma queda atrapado el cardumen de atún. Posteriormente los atunes capturados son depositados en las bodegas de la embarcación y mantenidos a una temperatura de -17° grados centígrados.

Para la captura de atún, a nivel mundial, se utilizan diferentes artes de pesca, y al igual que en el Océano Pacífico Oriental, la red de cerco es el arte de pesca más utilizado. Sin embargo existen otras artes de pesca como son la “vara” y el “palangre”, este último muy utilizado por flotas asiáticas, principalmente Japón y Corea. La vara es un arte de pesca que consiste en una vara de bambú ó de fibra de vidrio, un cordel y un anzuelo. Al inicio de la pesquería el anzuelo se encarnaba con anchovetas vivas. En la actualidad los anzuelos se forran con señuelos o cebos artificiales y la carnada viva se esparce en la superficie.

El palangre es un arte de pesca que consiste en una línea principal llamada línea madre que puede llegar a medir hasta 50 millas náuticas, y líneas secundarias llamadas reinales que miden entre 18 y 24 m de longitud. Generalmente hay cuatro reinales entre boya y boya y entre estas hay una distancia de 250 m. Sin embargo existen desde hace tiempo los palangres profundos que se consideran así ya que utilizan ocho o más reinales entre boya y boya.

Como carnada se utiliza macarela o calamar. Un lance dura aproximadamente 5 horas, encarnándose 2,000 anzuelos. El recobre del palangre dura entre 10 y 12 horas dependiendo de la captura y de las condiciones del mar.

Tendencias históricas

Durante el periodo 1984-2003 las capturas de atún aleta amarilla por la flota internacional en el Pacífico oriental, experimentaron un rápido crecimiento, alcanzando en 2002 una captura de 442,443 t y descendiendo ligeramente en el 2003 a 399,256 t. Durante este periodo, para todas las especies, la flota internacional pasó, de 211,000 t capturadas en 1984 a 701,000t en el 2003. La flota mexicana también presenta una tendencia ascendente en las capturas de atunes (Fig. 2) y en 2003 se obtuvo el máximo histórico de 183,158 t entre las diversas especies de túnidos. Con lo que respecta al atún aleta amarilla, que conforma la mayor parte de esa producción, se observó un máximo de 162,993 t (CIAT 2003).

La pesquería del atún en el Océano Pacífico Oriental tuvo sus orígenes en California en 1903, cuando fue enlatada por primera vez la albacora, pero debido a que la captura de esta especie solo era accesible a los pescadores los meses de verano y otoño, y que la demanda de la industria iba en aumento, para 1916 se inicio el procesamiento de atún aleta amarilla y posteriormente de barrilete. Con el objeto de de aumentar las capturas locales de las especies de atún que aparecían frente a las costas de California, la pesca se extendió a la región de Baja California, en donde el atún aleta amarilla y el barrilete se encontraban en mayor abundancia.

En México la captura comercial de atún se inició en el año de 1930, poco tiempo después de que fuera establecida una planta empacadora en Cabo San Lucas, destinada en principio a procesar el producto de los barcos vareros de la flota californiana. Posteriormente en el año de 1958, se estableció en Ensenada la empresa Atún Mex, para dedicarse tanto a la captura como al procesamiento del atún.

La pesca con vara predominó hasta 1960. Con la invención de la pasteca hidráulica, el desarrollo de las fibras sintéticas para la fabricación de paños de las redes de cerco y el mejoramiento de los sistemas de refrigeración, se propició la sustitución y conversión de estos barcos por embarcaciones de cerco que aumentaron en número por su alta eficiencia.

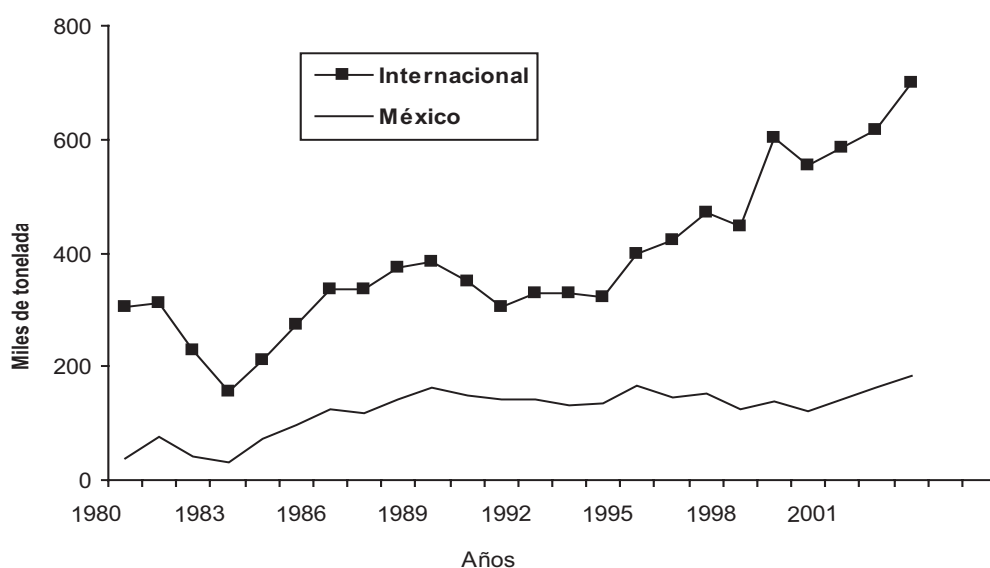


Figura 2. Tendencia histórica de la captura de atún (varias especies) por las flotas auneras internacional y mexicana en el Océano Pacífico Oriental (fuente de datos CIAT).

En 1940 sólo había cuatro barcos atuneros en México, 7 en 1965 y 11 en 1970. Fue durante esta década que, tanto el número de embarcaciones como la capacidad de carga de la flota aumentó de manera considerable, gracias a la ayuda financiera proveniente del exterior. Algunas embarcaciones eran propiedad del estado, otras de cooperativas y de capital privado.

En la Figura 3 se muestra el número de barcos por tipo y capacidad de acarreo utilizados en la pesquería de 1980 al 2003 en donde se observa una estabilización de las embarcaciones atuneras cerqueras mayores de 1,000 t de capacidad de acarreo a partir de 1992 con un promedio de 40. Estas embarcaciones son las mas eficientes y productivas, ya que tienen mayor autonomía, lo que les permite ir a zonas productivas mas alejadas y mayor capacidad de búsqueda por contar con helicóptero.

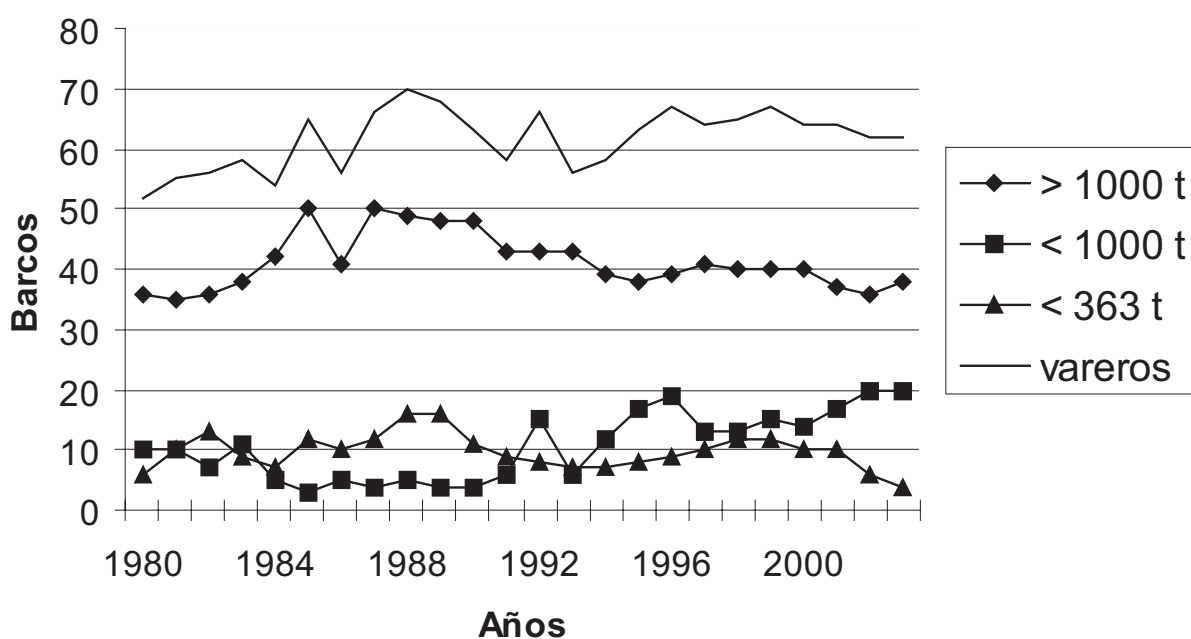


Figura 3. Número de barcos por tipo y capacidad de la flota mexicana de 1980 a 2003.

El artículo 62 de la Tercera Convención sobre Derecho del Mar, establece que los estados que no aprovechen la totalidad de los stocks dentro de su Zona Económica Exclusiva permitirán el acceso a otros países bajo acuerdos previamente establecidos. México aprovecha íntegramente su ZEE para la pesca del atún y sólo se concedió un limitado número de permisos para la pesca comercial durante la década de los años ochenta (Páez-Delgado 1997).

Los atunes son localizados por los pescadores en cardúmenes independientes o brisas cerca de la superficie y asociados a objetos flotantes (naturales y artificiales). El atún aleta amarilla además, puede estar asociado a delfines.

De estos tres tipos, México realiza el mayor número de lances de pesca sobre cardúmenes asociados con delfines (Fig. 4).

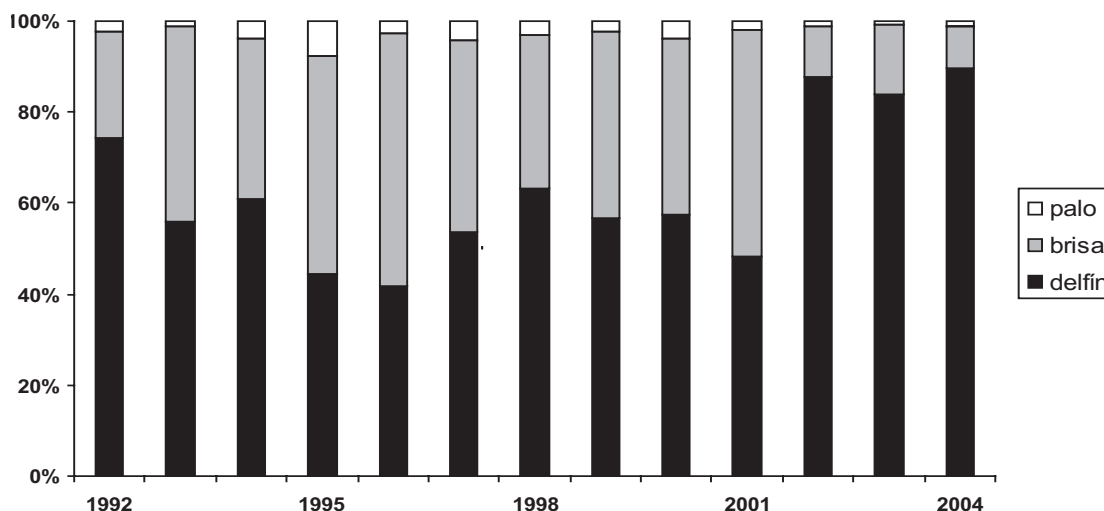


Figura 4. Porcentaje de lances asociados a delfín, brisa y palos de la flota mexicana.

La pesca de cardúmenes de atún asociados con delfines se considera altamente selectiva por capturar principalmente atunes aleta amarilla de tallas grandes que, se han reproducido al menos una vez en su ciclo de vida, factor importante en la sustentabilidad del recurso, además de tener un mayor valor en el mercado de exportación.

Las evaluaciones de stocks de delfines del océano Pacífico oriental tropical, en particular de los involucrados con la pesca del atún, demuestran que las poblaciones de delfines se encuentran estables, sin presentar indicios de declinación a causa de la mortalidad incidental ejercida por la flota atunera internacional. De los delfines que son encerrados en las redes de cerco, más del 99.9% son liberados y la tasa de mortalidad de delfines de la flota mexicana en particular ha descendido considerablemente hasta 0.12 delfines muertos por lance con delfines encerrados en el 2003 (Fig. 5). El nivel de mortalidad anual de delfines en el Pacífico no alcanza ni siquiera el 0.01% del límite inferior del intervalo de confianza de la estimación de abundancia de cada stock, lo que es considerado como una mortalidad incidental extremadamente baja que no pone en riesgo a estas poblaciones.

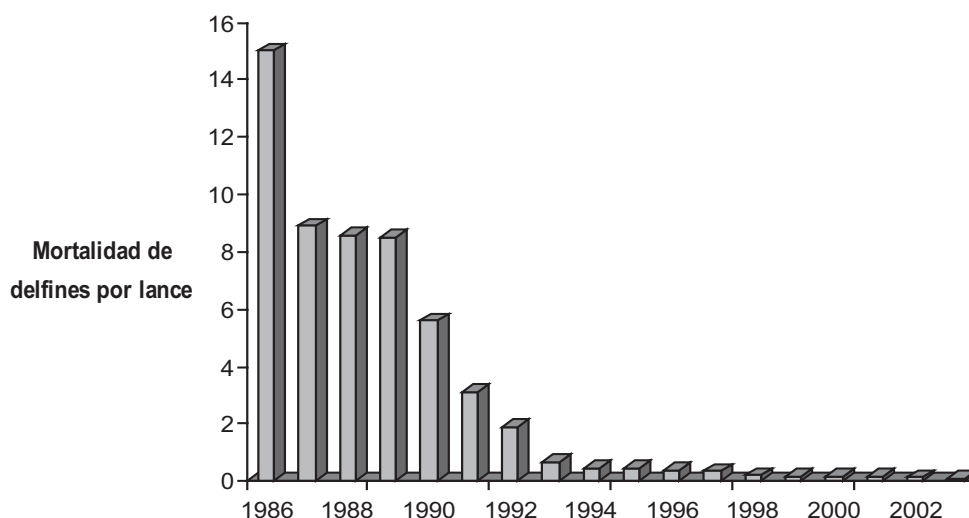


Figura 5. Tasa de mortalidad de delfines de la flota atunera mexicana con red de cerco en el Pacífico oriental de 1986 a 2003. Datos del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAAPD). La tasa de mortalidad se calcula con respecto a los lances con delfines encerrados.

En la pesca de atunes asociados con objetos flotantes se captura un elevado número de atunes juveniles que tienen un menor valor comercial. Por esta razón los juveniles de aleta amarilla, patudo y barrilete son descartados principalmente en ese tipo de lances al no tener la talla comercial. Además, existe una captura incidental de diversas especies como tiburones y dorados, lo que puede ocasionar un impacto al ecosistema. Ocasionalmente también se capturan tortugas marinas particularmente asociados a estos objetos.

En el caso de pesca de atún sobre cardúmenes libres, el problema de los descartes y captura incidental existe, y aunque es de magnitud inferior, se traduce de igual manera en un desperdicio económico y un impacto ecológico. La flota mexicana al dirigir la mayor parte de su actividad a la pesca de atunes adultos asociados a delfines genera un menor descarte (tabla 2).

Tabla 2. **Descarte de aleta amarilla de la flota mexicana y otras flotas.**

Descarte de atún aleta amarilla por lance (flota mexicana)	0.08 toneladas. por lance
Descarte de atún aleta amarilla por lance (otras flotas)	0.27 toneladas por lance

Los estudios realizados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) demuestran que si se aplicara la pesca de atún únicamente sobre objetos flotantes y cardúmenes libres se causaría daño a la población de atún de aleta amarilla (Punsly 1994), lo que provocaría además un perjuicio económico.

Interacción con otras pesquerías

Existe en México una flota que utiliza como arte de pesca el palangre que obtiene como captura incidental pequeñas capturas de atún, aproximadamente 5% de sus capturas, correspondiendo el 50% a varias especies de tiburones y el 45% a peces picudos, como el pez espada principalmente.

En el Pacífico oriental, en la pesca de atún con red de cerco (particularmente en la pesca de atún asociado a objetos flotantes), existe captura incidental de especies como el tiburón y el dorado que son objetivo de otras pesquerías.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura

La industria atunera es una de las más importantes de la actividad pesquera nacional. Alcanzó en 1998 el 12.2% en volumen, que la coloca en segundo lugar, superada por la pesquería de sardina en producción y por la del camarón en cuanto a su valor (SEMARNAP 1999).

Esta pesquería cuenta con una infraestructura de plantas enlatadoras en el Pacífico que tienen la capacidad de procesar grandes volúmenes de captura. El estado de Sinaloa se mantiene como la entidad con mayor volumen de atún procesado. Las tres plantas ubicadas en Mazatlán, Sin., procesaron un total de 7,460,000 cajas en el 2001, lo que representa el 61% del total de la producción nacional. Se utilizaron como materia prima 82,890 t de túnidos, (De Alba y Villaseñor 2003).

Indicadores económicos

El consumo interno se incrementó como consecuencia de la implementación del embargo atunero por parte de Estados Unidos a partir de 1990. En 1989, aproximadamente el 80% de la producción nacional (83,483 t.) se exportó principalmente a Europa y Japón. Con la implementación del embargo atunero en 1990 y la caída en los precios del atún, la industria atunera tuvo la necesidad de incursionar en el mercado interno obteniendo una respuesta extraordinaria. En 1994 se exportaron únicamente 9,302 t. y a partir de 1995 se volvieron a incrementar las exportaciones hasta unas 60 mil toneladas, aunque descendió a 30,000 t. en 1998.

El valor de las exportaciones ha tenido un comportamiento variable como consecuencia de los embargos impuestos a nuestro país por Estados Unidos; en 1981 las exportaciones alcanzaron un valor de 55,844 millones de dólares. Con el primer embargo impuesto se redujeron a 8.6 millones de dólares en 1984. Al levantarse el embargo en 1986 se recuperó el valor hasta 57,014 millones de dólares alcanzando una cifra récord de 81,891 millones de dólares en 1988.

Con el establecimiento del segundo embargo en 1990, el valor de las exportaciones se redujo, en el periodo de 1992-1994; a niveles inferiores a 30 millones de dólares, siendo hasta 1995 cuando vuelve a incrementarse alcanzando un valor de 59,032 millones de dólares. En el 2003 las exportaciones se mantienen al mínimo, siendo utilizada la captura casi en su totalidad para satisfacer la demanda del mercado nacional.

Destino y presentación del producto

Esta pesquería cuenta con una infraestructura de plantas enlatadoras en el Pacífico que tienen la capacidad de procesar grandes volúmenes de captura. El estado de Sinaloa se mantiene como la entidad con mayor volumen de atún procesado. Las tres plantas ubicadas en Mazatlán, Sin. procesaron un total de 7,460,000 cajas en el 2001, lo que representa el 61% del total de la producción nacional.

MANEJO

Medidas administrativas

Las primeras reglamentaciones mexicanas para la protección del delfín en la pesca de atún con red de cerco se establecieron en 1977, mediante un documento conocido como *Circular Número 20*. A partir de entonces, se especificó que las redes de cerco de la flota atunera nacional, para evitar la mortalidad de los delfines deberían integrar un dispositivo o paño protector (llamado Paño Medina) con luz de malla de 2 pulgadas. Además se reglamentó la utilización de una balsa rescatadora, la aceptación de observadores a bordo y la obligación de realizar la maniobra de retroceso para facilitar la salida de estos mamíferos marinos. Otro requisito es el uso de lanchas rápidas para ayudar en la liberación y rescate de delfines capturados incidentalmente.

En junio de 1990 se prohibió la realización de lances nocturnos y el uso de explosivos: y se cambia el uso del paño Medina por un paño de seguridad ó paño de malla fina de 1 y $\frac{1}{4}$ de pulgada de luz de malla, con una longitud de 180 brazas (329.5 m), y dos paños de altura (21.96 m). El 20 de mayo de 1991 se estableció la creación de un Comité de Expertos que evalúa y califica, semestralmente el desempeño de la flota atunera. En septiembre de 1991, el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, anunció la puesta en marcha del “Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín” con una cobertura de observadores del 100% en los viajes de pesca.

En diciembre de 1993 se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-PESC-001, la cual actualiza y retoma todos los acuerdos oficiales anteriores, con la finalidad de fijar la normatividad de esta pesquería en función de la protección de los delfines asociados. En esta misma Norma se establece una tasa semestral de mortalidad incidental de delfines de acuerdo con los resultados obtenidos por la flota. Desde 1994 y hasta 1999 estuvo vigente este control del desempeño de las embarcaciones que pescan atún asociado a delfines (embarcaciones de más de 363 toneladas métricas de capacidad de acarreo).

En 1992 México firmó el Acuerdo de La Jolla en que se implementa un límite de mortalidad de delfines por barco (LMD) que está en función del número de barcos que declaran su intención de pescar atún asociado a delfines y del tope general establecido en el acuerdo.

A partir de 1999 entra en vigor el Acuerdo del Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD) que es vinculante y sustituye al acuerdo de La Jolla y la norma oficial mexicana mencionada anteriormente.

El cumplimiento de todos estos elementos garantiza la disminución en la mortalidad incidental de delfines asociados en la pesca del atún, como un objetivo del Gobierno Federal.

Esta pesquería se encuentra bajo el régimen de permisos y concesiones para la explotación de atunes y especies afines en la Zona Económica Exclusiva mexicana del Océano Pacífico.

Análisis cuantitativo

Tradicionalmente la evaluación del recurso se ha realizado a través de modelos estructurados que requieren de la estimación de parámetros poblacionales para su aplicación, como es el caso del análisis de cohortes y rendimiento por recluta. Otro tipo de modelos muy utilizados, son los de biomasa que requieren de información de captura y de esfuerzo.

Información disponible

Esta pesquería cuenta con información colectada directamente por observadores científicos a bordo de embarcaciones. Esta información es útil para obtener entre otros, los datos requeridos y de buena calidad para los diversos modelos que se utilizan para evaluar la condición del recurso y para plantear estrategias de manejo. Por otro lado, las sinopsis de Cole (1980) y de Wild (1994) son fuentes importantes de información.

Modelo de Rendimiento por Recluta (*PRP*)

El objetivo principal de este modelo es el determinar la talla o edad “crítica” de captura de una cohorte o grupo de organismos que nacieron en el mismo período. Se basa en dos fenómenos que ocurren al mismo tiempo: la disminución continua del número de organismos que componen a una cohorte, debido a la mortalidad natural, generando una pérdida de biomasa, y por otro lado, el crecimiento de los individuos que produce un incremento en la biomasa total. En base a estos dos procesos opuestos, de generación y pérdida de biomasa de una cohorte, existe una edad para ese grupo de organismos en que la biomasa es máxima. Esa es, desde el punto de vista de la explotación del recurso, la edad o talla crítica de captura. Sin embargo desde el punto de vista de operación del esfuerzo de pesca, generalmente no es posible capturar a todos los organismos en la edad óptima. Además existen factores relacionados con la conservación del recurso que no son considerados en este modelo. Uno de estos factores está relacionado con la reproducción. Es importante que un gran número de organismos alcance la edad adulta y se reproduzca, generando así más biomasa.

Si los peces desovan antes de alcanzar el tamaño crítico, no existe peligro, pero si el desove tiene lugar después de que hayan alcanzado el tamaño crítico, y el esfuerzo de pesca es intenso, el número de reproductores se puede reducir al grado de repercutir negativamente en el reclutamiento de años subsiguientes. En consecuencia, el *RPR* máximo no producirá necesariamente un rendimiento máximo, (CIAT1998).

En el caso del atún aleta amarilla del océano Pacífico tropical oriental, en base a los parámetros poblacionales publicados por Wild (1994), y con el modelo de *RPR* se estimó una edad crítica de captura de dos años (Fig. 6). Es un valor cercano al estimado por CIAT (1999) de 2.5 años.

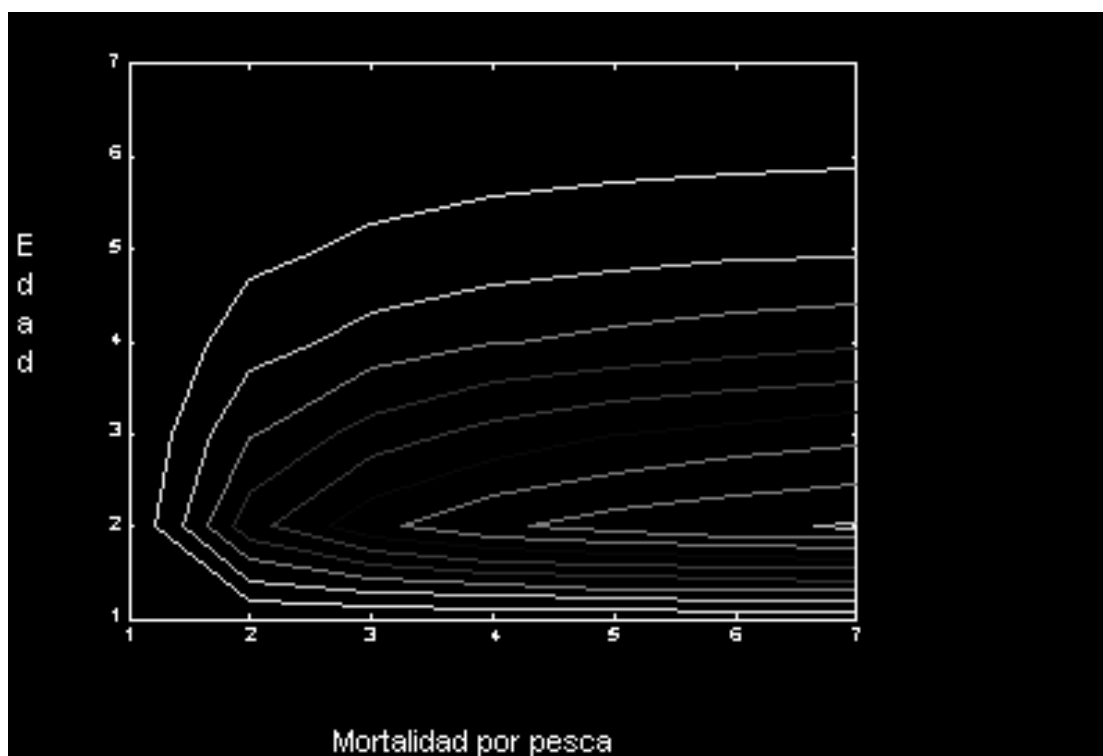


Figura 6. **Modelo de Rendimiento por Recluta.**

De acuerdo a los estudios realizados, (Wild 1994), se estimó que el atún aleta amarilla alcanza su madurez a la edad de dos años. Que los organismos desoven por lo menos una vez puede conseguirse parcialmente enfocando la pesquería hacia los cardúmenes asociados a delfines. La pesquera mexicana captura primordialmente atunes de alrededor de 100 cm de longitud furcal que corresponde a 2 años de edad (Fig. 7), es decir, la flota mexicana mantiene una captura que en términos de talla crítica se encuentra cerca del óptimo.

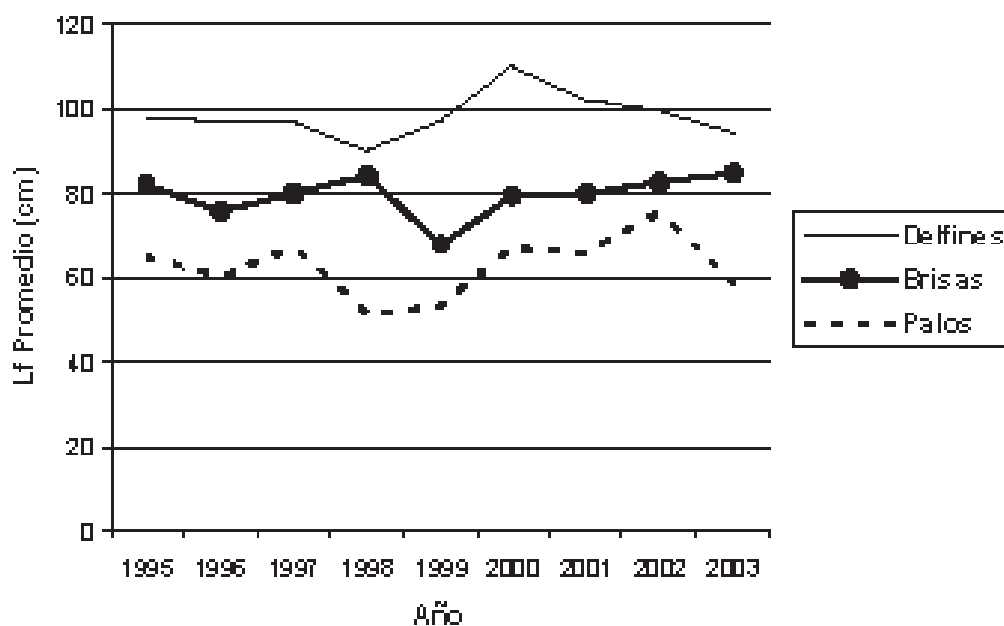


Figura 7. **Talla promedio (Lf) anual de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) capturado anualmente por la flota cerquera mexicana por tipo de lance.**

Si no se puede controlar el tamaño (edad) de ingreso a la pesquería; la única manera de administrar la pesquería es mediante el control de la captura o del esfuerzo.

Modelos de biomasa

Este tipo de modelos proporciona una estimación de la captura o Rendimiento Máximo, que se puede conseguir de manera Sostenible en el tiempo (RMS). Se trabajan con una función de producción donde quedan implícitos los aspectos de reclutamiento, crecimiento y mortalidad de una población (Haddon 2001). Estos modelos son aplicables si existen datos de captura y esfuerzo, de un amplio rango de niveles de esfuerzo de pesca, y se supone que las variaciones del stock son debidas principalmente a la pesca.

Es necesario contar con datos de esfuerzo para estimar el RMS. Esto requiere de una serie de tiempo larga, ya que la población no responde instantáneamente a los cambios en el esfuerzo de pesca y también porque las perturbaciones causadas por los factores ambientales dificultan la interpretación de los resultados.

Como primer paso se debe definir una medida de esfuerzo de pesca estandarizada debido a las diferencias existentes en poder de pesca entre las embarcaciones. Con esto es posible contar con un indicador aceptable de la abundancia de atún, como es la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Utilizando el esfuerzo de la flota mexicana que opera en el Océano Pacífico Oriental se utilizó el modelo de biomasa con esfuerzo estandarizado a la clase de embarcaciones de más de 1000 toneladas métricas de capacidad de acarreo (embarcaciones con helicóptero utilizado en la búsqueda de atunes) para estimar el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) para el atún aleta amarilla. Se utilizó una metodología de ajuste para situaciones de no equilibrio con el supuesto de errores de observación, es decir que se considera que existe error en los datos calculados de CPUE. Posteriormente se estimaron los parámetros del modelo (biomasa inicial, coeficiente de capturabilidad, q , capacidad de carga, K , tasa de crecimiento poblacional, r , utilizando un algoritmo de máxima verosimilitud, (Haddon 2001). La ecuación que describe este modelo es la siguiente:

$$L \max (\text{datos} \setminus B, r, K, q) = 1 / \pi \sigma \prod e^{-(\ln \text{CPUE}_t - \ln \text{CPUE}_e)^2 / 2\sigma^2}$$

Se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la flota mexicana de 1992 a 2003. El esfuerzo de pesca estandarizado se midió como el número de días de búsqueda, (eliminando el tiempo de navegación). Dado que la flota mexicana es la más grande, la que mayores capturas genera de atún aleta amarilla y que cubre una gran extensión del Pacífico oriental se considera como una muestra representativa los datos de entrada para el modelo.

En la Figura 8 se muestra la curva de producción del modelo con los parámetros resultantes. La curva indica la producción de biomasa como una función de la biomasa existente. La línea con pendiente de 45 grados indica el nivel de reemplazo y la línea recta vertical indica donde se encuentra la mayor separación entre ambas curvas. La diferencia entre ambas es el excedente explotable (Rendimiento Máximo Sostenible-RMS).

La estimación de Rendimiento Máximo sostenible en el OPO fue de 369,160 tm. La captura actual está por encima del RMS. Sin embargo estas capturas y el nivel alto de CPUE de los últimos años se atribuye a un reclutamiento fuerte en años recientes (CIAT 2004) por lo que se considera que esto no contribuye a la sobreexplotación del recurso.

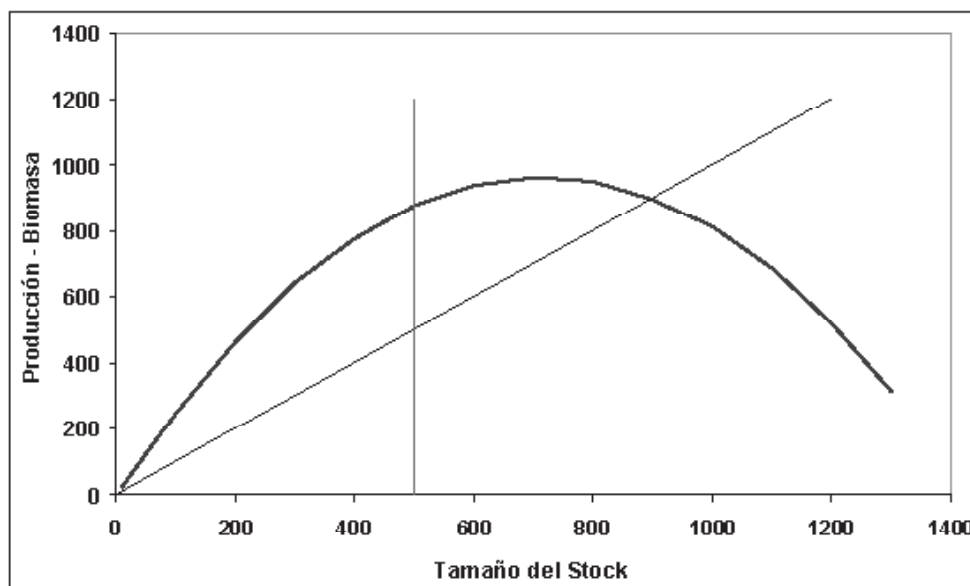


Figura 8. **Modelo de producción asimétrico ($p=1.5$) resultado de la metodología de máxima verosimilitud.** Valores en miles de toneladas.

Estado Actual de la Pesquería del Atún del Pacífico

La pesquería del atún aleta amarilla en el océano Pacífico tropical oriental se está explotando a niveles cercanos al RMS. Sin embargo los modelos para estimar el RMS no consideran la estructura de la población, ni toman en cuenta si la captura está incidiendo sobre juveniles o adultos. Esto explica parcialmente porque las estimaciones de RMS han sido menores en otros períodos de la pesquería, cuando el esfuerzo se enfocaba a la pesca de atún asociado a palos y cardúmenes independientes. Por ejemplo las estimaciones de RMS en la década de 1970 eran de alrededor de 170,000 t. Además de esto, los cambios en el nivel de reclutamiento han sido causantes de fluctuaciones en la biomasa. En 2002 y 2003 se obtuvieron los máximos históricos de captura de aleta amarilla aprovechando un reclutamiento elevado (CIAT 2004) y se espera una reducción de biomasa en el corto plazo que se prevé requerirá de la implementación de otras limitaciones al esfuerzo.

En los últimos años la flota internacional ha dirigido un mayor esfuerzo hacia peces no asociados con delfines. Los peces capturados en cardúmenes libres, o asociados con objetos flotantes son más pequeños que aquellos capturados en asociación con delfines. Esta práctica puede dañar la diversidad y tener un impacto en el ecosistema mediante la captura y desecho de atunes juveniles y de otras especies marinas capturadas incidentalmente y conduciría a una declinación en la captura sostenible de aleta amarilla en el Pacífico oriental. Podría haber una reducción entre un 30% y 60% en un periodo menor de dos

años (CIAT 1996; Punsly *et al.* 1994; Vaca y Dreyfus 2000; Dreyfus y Vaca 2003). La CIAT (2004) presenta una estimación del RMS para cada una de las 12 pesquerías que definen en el modelo A-SCALA que es un modelo estructurado por edades, se está utilizando para evaluar a los stocks de atunes. Con el supuesto de que cada una de esas pesquerías ejerciera el 100% del esfuerzo y la selectividad no cambiara, calculan un RMS mayor para las pesquerías que capturan atunes de mayor talla (pesca de atún con palangre y pesca de atún asociado a delfines) y el RMS más bajo si toda la pesquería estuviera enfocada a la captura de atún en objetos flotantes, coincidiendo con los estudios antes mencionados.

En 1998, después de más de dos décadas donde la pesquería operó sin ningún control para el atún, se tuvo que implementar una veda espacial a finales de noviembre, debido a la caída de los índices de abundancia del atún. A partir de ese año se han implementado vedas al alcanzar la cuota global de atún aleta amarilla y vedas en zonas restringidas para la protección de juveniles de aleta amarilla y patudo (por la pesca sobre objetos flotantes principalmente).

En el caso de la pesquería mexicana existe el peligro de que la captura de juveniles en ciertas zonas pueda causar una disminución en las capturas de atún en el Pacífico mexicano con un desfase de dos años aproximadamente (Compeán y Dreyfus 1996).

El atún aleta azul en la actualidad se captura con la finalidad de engordarlos en ranchos atuneros ubicados en la península de Baja California. No existe una estimación de biomasa o de RMS para esta población. Esta pesquería depende en gran medida de las condiciones oceanográficas, ya que aprovecha la migración de atunes desde el Pacífico occidental hacia estas costas, vía la corriente de Alaska. Siendo un atún de aguas templadas, su presencia en aguas de la península de Baja California depende en gran medida de las temperaturas presentes. En años de “El Niño” las posibilidades de captura se reducen considerablemente.

El barrilete se encuentra en buena situación con niveles bajos de explotación y con reclutamiento variable en función de la temperatura superficial del mar. El reclutamiento aparentemente es el que está definiendo las tendencias de biomasa (CIAT 2002).

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

A partir de la 63^a Reunión de la CIAT, celebrada en junio de 1999, México reingresa como miembro con pleno derecho a esta comisión.

De esta forma México da continuidad a su política de uso responsable de los recursos renovables, y a la conservación efectiva de los mamíferos marinos, con el uso de la mejor ciencia disponible para la protección de los ecosistemas. México participa y tiene un papel importante en la toma de decisiones que se relacionan con la pesquería de atún.

Para 1999 los países miembros de la CIAT, acordaron continuar con el esquema de cuota global para el atún aleta amarilla, que era el esquema de regulación tradicional de la Comisión. En ese mismo año se acordó una cuota de 225,000 t y hasta tres incrementos, cada uno de 15,000 t en función de la situación que guardara el recurso. Esta cuota más los tres incrementos corresponde a la estimación de RMS efectuada por la CIAT. Al alcanzar la cuota se implementó una veda, cerrando el Área de Regulación de la Comisión del Aleta Amarilla (ARCAA) a la pesca de esta especie a fines de noviembre. Para el patudo se impuso una cuota de captura de 45,000 toneladas y al obtenerse esas capturas se aplicó la prohibición de realizar lances sobre objetos flotantes. En el 2000 se implementó una prohibición del mismo tipo con duración de tres meses por la mala situación de este recurso que hasta la fecha no muestra mejoría.

Estos mecanismos de control se mantuvieron con algunos ajustes hasta el 2001. A partir del 2002 en la CIAT se ha considerado limitar el esfuerzo de pesca al nivel del RMS al considerar, en el caso de la pesca de aleta amarilla, que existía un sobreesfuerzo de pesca por lo que reduciendo la temporada de pesca de manera proporcional se ajustaría el esfuerzo. Se acordó para aleta amarilla y patudo un cierre a partir del 1 de diciembre para el Pacífico oriental.

En el 2004 se acordó una modalidad diferente que es extendida para el año 2005 y 2006 con el cierre de la pesca para atuneros con red de cerco por 42 días, en dos períodos diferentes. Cada país tiene la posibilidad de escoger uno de ellos. Por primera vez se incluye en la resolución a las flotas palangreras de altamar de países asiáticos que deben limitar sus capturas de atún patudo. Este método de regulación tendrá que probar su efectividad, siendo posible que no disminuya el esfuerzo de pesca y tan solo se redistribuya en el tiempo.

El atún aleta amarilla se está explotando a niveles cercanos al máximo sostenible, pero existe el riesgo de que la mortalidad excesiva de juveniles cause una disminución de la biomasa de este recurso, sin olvidar que algún cambio ambiental o de reclutamiento pueden modificar las estimaciones del RMS.

El atún patudo está sobreexplotado y requiere de medidas fuertes para su recuperación, sin embargo al depender algunas flotas de la pesca de palos (donde se encuentra el patudo), es de esperar que continúe esa situación.

A diferencia del atún de aleta amarilla que cumple su ciclo de vida en el Pacífico Oriental, la población de atún barrilete se extiende más allá del Pacífico oriental, lo cual se refleja en la variabilidad de sus capturas, tanto para la flota internacional como para la mexicana. En años recientes y para algunas flotas el barrilete se ha convertido en el objetivo de la pesca, y se han abierto, con el uso de objetos flotantes artificiales, nuevas áreas de pesca en el hemisferio sur. No se conoce el tamaño del stock, pero es posible que no se haya alcanzado su máximo potencial de explotación. Para México, el barrilete seguirá siendo una pesca incidental, tanto por su valor económico bajo en comparación al aleta amarilla, como por su distribución más tropical. México incrementa sus capturas de barrilete en lances sobre brisas, en función de períodos con incrementos de temperatura superficial del mar. Se estima que la población es muy abundante y que no hay motivos para considerar por el momento alguna medida de manejo.

El atún aleta azul se ha convertido en captura objetivo, en gran parte como alternativa de exportación sin restricciones y precios más elevados en el mercado japonés. Es conveniente analizar la posibilidad de administrar separadamente la pesca de atún aleta amarilla y de atún aleta azul ya que este último se está explotando especialmente para los ranchos de engorda de atún. El utilizar la captura de aleta azul en otro proceso sería desaprovechar en lo económico su potencial además de que es un recurso relativamente escaso (en tiempo y espacio) en aguas mexicanas. Se justifica además al observar que los volúmenes de captura son muy pequeños en comparación a los de atún aleta amarilla.

Las demás especies de atún, para México, continuarán siendo una pesca de baja escala debido a la distribución de estas especies, o su escaso valor económico.

En cuanto a la pesca incidental, al igual que la mortalidad de juveniles de aleta amarilla y patudo, es una preocupación tanto por el daño a las propias poblaciones como potencialmente al daño ecológico y efectos a otras pesquerías que esto pueda provocar.

Un problema mayor es la sobrecapacidad de flota existente en el Pacífico oriental. El esfuerzo de pesca no se ha podido controlar, y puede ser causa de problemas en el futuro. Se han producido incrementos en la capacidad de carga de algunas flotas y varios países sin embarcaciones han declarado su intención de participar en esta actividad pesquera. No se avizora un mecanismo que impida o limite, especialmente a países ribereños su participación en la pesca. Sin embargo en el marco de CIAT se han establecido límites a la capacidad de flota de los países, especialmente de las flotas cerqueras. Existe preocupación por el crecimiento de las flotas de países asiáticos que están incursionando en el OPO, por lo que en la CIAT se han implementado límites de captura para dichas flotas.

En el 2001 se aprobó en el APICD una nueva definición “Dolphin Safe” de la definición vigente en el mercado estadounidense en términos de viajes sin pesca sobre delfines, a una que incluye a todos los lances asociados a delfines sin mortalidad. Esto le da un potencial de exportación mayor a México, ya que más del 90% de los lances sobre mamíferos marinos no causan mortalidad a estos. Después de los estudios realizados por “National Marine Fisheries Service” de EEUU, en el año 2001, los Estados Unidos modificaron su definición “Dolphin Safe”. Entró en ese momento al mercado norteamericano atún enlatado mexicano; Sin embargo con una demanda judicial se frenó este cambio, siguiendo un juicio en las cortes de EEUU. Es de suponer que la situación en el mercado norteamericano seguirá restringida al atún mexicano.

Pese a los logros tan evidentes sobre la disminución de la mortalidad incidental, el conservar un recurso explotado racionalmente permitirá la continuidad. No obstante, las presiones de algunos grupos ecologistas con intereses económicos evidentes se hará efectiva. Es muy probable que en Estados Unidos prevalezca la antigua definición “Dolphin-Safe”. De ser así, las mejores opciones de la industria mexicana continuarán siendo el mercado nacional que ha crecido mucho, la exportación de atún a Europa principalmente y la captura de atún para ranchos de engorda (también con fines de exportación).

Otro problema al que se enfrenta la industria atunera es el de la oferta excesiva de atún, que tiene como consecuencia precios bajos y dificultad para colocar en mercados internacionales el producto.

En resumen, la pesquería de atún aleta amarilla se está explotando a niveles cercanos al máximo sostenible. Sin embargo la mortalidad de juveniles de la pesca sobre palos puede causar una baja en el RMS. Existe un éxito absoluto en los esfuerzos por lograr minimizar la mortalidad incidental de delfines. Sin embargo, esto lleva al incremento de pesca con mayor mortalidad de juveniles de atún y de otras especies (algunas siendo objetivo de otras pesquerías). El recurso que está siendo sobreexplotado considerablemente por embarcaciones de otras flotas es el atún patudo y las medidas de manejo son insuficientes hasta el momento. Un mejor control y limitación de la mortalidad de juveniles y disminución de la captura incidental será difícil de lograr a pesar de la perspectiva de incrementar el RMS. Otro problema que se está presentando es el de la sobrecapacidad de flota en el Pacífico oriental. Existe un acuerdo de límites máximos por países, sin embargo será difícil acordar una disminución de esfuerzo en el futuro. Aunado a esto, el incremento de flotas palangreras de países asiáticos será uno de los problemas mayores para la pesquería de la región.

Es necesario considerar la importancia de la captura de atún aleta azul para ranchos de engorda y los niveles de captura potencial al estar la flota mexicana en los límites de distribución de este recurso, para evaluar la posibilidad de dar la exclusividad de la captura de aleta azul a la que es transferida a los ranchos de engorda que depende de ese recurso. La flota de cerco en general no podría sustituir sus capturas de aleta amarilla por las de esta especie, al estar concentrado el recurso en una zona relativamente pequeña, accesible en una temporada de algunos meses y en volúmenes bajos.

Campos de colaboración

Tanto el Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y la Protección de los Delfines como el excelente desempeño de la flota atunera mexicana, referente a la reducción de la mortalidad incidental reconocido internacionalmente por su labor en un periodo de tiempo muy corto, han sido exitosos gracias a la colaboración de los armadores de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera, de las Sociedades Cooperativas, la Subsecretaría de Pesca (hoy Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca) y del Instituto Nacional de la Pesca. Además de la entusiasta participación de instituciones académicas (Compeán 1994).

Estos esfuerzos deberán continuar para seguir aprovechando el atún de manera responsable y para conservar las especies de delfines asociadas a estos cardúmenes.

Líneas de investigación

México participa activamente en las reuniones de CIAT y con sus científicos colabora en la evaluación de los recursos y en el marco del Acuerdo sobre el Programa Internacional de Conservación de Delfines (APICD) forma parte del Comité Científico Asesor del Director. Este comité ad hoc fue diseñado para proponer estudios y medidas para modificar la tecnología actual y reducir la probabilidad de causar mortalidad de delfines y para buscar métodos alternativos de pesca de atunes de talla grande.

Los estudios relacionados con el fenómeno de la interacción atún-delfín y el diseño de tecnología para reducir aun más la mortalidad de delfines, la migración del atún y el papel

que las condiciones ambientales juegan en ella, el impacto de la mortalidad de juveniles de atún en las poblaciones, la predicción del reclutamiento de atunes, la magnitud del impacto de la pesca incidental y el comportamiento del mercado doméstico e internacional para productos derivados del atún, deben continuar.

REFERENCIAS

- Castro y Castro, F. 1989. Importance of the Exclusive Economic Zone to the tuna and fisheries development in Mexico. In: Miles, E.L. (ed.). Management of World Fisheries: Implications of Extended Coastal State Jurisdiction. The University of Washington Press, Seattle and London.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 1996. Informe Anual de 1998. La Jolla, California, EEUU.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 1999. El año pesquero 1998. Documento 1, 63ª Reunión de la CIAT, Guayaquil, Ecuador.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 1999. Estudios de evaluación del atún aleta amarilla en el océano Pacífico oriental. Documento 2, 63ª Reunión de la CIAT, Guayaquil, Ecuador.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 2002. Condición de los stocks de atunes y peces picudos en 2000. Informe de evaluación de stocks 4. La Jolla, California, EEUU
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 2004. Condición de los stocks de atunes y peces picudos en 2002. Informe de evaluación de stocks 4. La Jolla, California, EEUU.
- Cole, J. S. 1980. Synopsis of Biological data on the Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*), in the Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Spec. Rep. 2: 71-150.
- Collette, B.B. 1978. Adaptations and systematics of the mackerels and tunas. In Sharp, G.D. y A. E. Dizon (editores). The Physiological ecology of tunas: 7-39.
- Compeán, J.G. 1994. Programa mexicano de protección a los delfines. Calidad Ambiental 1 (12): 11-14.
- Compeán-Jiménez Guillermo A. and Michel J. Dreyfus-León. 1996. Interaction between the Northern and Southern Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Fisheries in the Eastern Pacific, in Status of Interaction of Pacific Tuna Fisheries in 1995. Proceedings of the second FAO Expert Consultation on Interaction of Pacific Tuna Fisheries. Shimizu, Japan, 23-31 January 1995. FAO Fisheries Technical Paper 365. Rome, FAO. 1996. 612p.
- De Alba-Pérez, C. y A. Villaseñor-Casales. 2003. Producción de atún por las plantas enlatadoras mexicanas de 1999 a 2001. El Vigía año 8 num. 18. . Organo Informativo del PNAAPD.
- Dreyfus L., M. y J. Vaca R. 2003. An age structured stochastic model of the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) eastern pacific fishery. Oceánides Vol 18(1):23-31
- Galván-Magaña, F. y R. J. Olson. 1998. Interacciones tróficas de los depredadores asociados a la pesquería de atún en el océano Pacífico oriental. Primer Foro Nacional sobre Investigación del Atún. La Paz, B.C.S. Noviembre de 1998.
- González Mandujano, J.A. 1989. Programas de investigación sobre atún-delfín en el océano Pacífico oriental.

Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, México.

Haddon, Malcom. 2001. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman and Hall press.

Joseph, J., W. Klawe, P. Murphy. 1986. Atunes y peces espada-los peces sin patria. Comisión Interamericana del Atún Tropical, La Jolla California 1986.

McLaughlin, R.J. 1994. U.S. accession of the united nations convention on the Law of the Sea and the loss of unilateral sanctions to protect marine living resources. In: Borgese, E.M., N. Ginsburg & J.R. Morgan (editors). Ocean Yearbook 11. The University of Chicago Press, Chicago and London: 46-89.

Norma Oficial Mexicana 001-PESC-1993., para regular el aprovechamiento de los túnidos con embarcaciones de cerco en las aguas de jurisdicción federal en los Estados Unidos Mexicanos del Océano Pacífico y con embarcaciones de cerco de bandera mexicana en aguas internacionales y aguas jurisdiccionales de otros países que se encuentren en el Océano Pacífico Oriental. D.O.F., 31.12.93.

Páez-Delgado R.O. 1997. Mercado Global del Atún y Embargo estadounidense. Un caso de neoproteccionismo comercial. SEMARNAP- H Cámara de Diputados LVI Legislatura.

Polanco, J.E., R. Mimbela S. y L. Beléndez M. 1987. Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su Administración. Secretaría de Pesca, México.

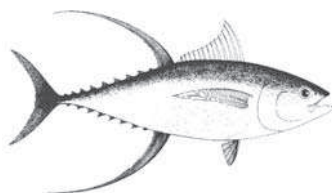
Punsly, R.G., P.K. Tomlinson and A.J. Mullen. 1994. Potential tuna catches in the eastern pacific ocean from schools not associated with dolphins. Fish. Bull. 92(1):36-51.

SEMARNAP. 1998. Pesca del atún y protección del delfín. SEMARNAP, México.

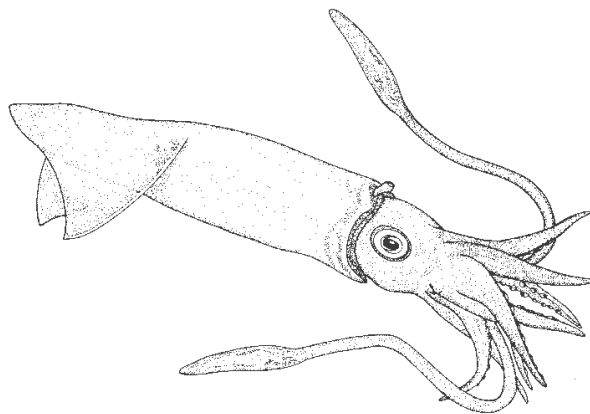
SEMARNAP. 1999. Anuario Estadístico de Pesca 1998. SEMARNAP, México.

Vaca R. J. y M. Dreyfus L. 2000. Análisis de las estrategias de pesca del atún aleta amarilla, (*Thunnus albacares*) en el Pacífico Oriental basado en simulaciones monte carlo de un modelo densodependiente. Ciencias Marinas 26 (3):369-391.

Wild, A. 1994. A review of biology and fisheries for yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean. In: Shomura, R.S., J. Majkowski & S. Langi (editors). Interactions of Pacific Tuna Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 336 (2): 52-107.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca

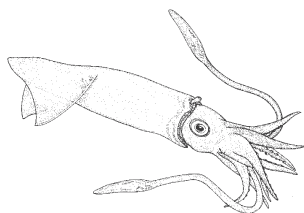


La pesquería de Calamar
 La pesquería de Calamar
 La pesquería de Calamar

Calamar Gigante
 del Océano
 Pacífico
 Calamar
 Calamar
 Calamar
 Calamar
 Calamar
 Calamar

BREVIARIO

Calamar Gigante del Pacífico	
Especie:	Calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) • Especie de rápido crecimiento y un ciclo de vida corto (2 años) • Alcanza 80 cms. de longitud del manto y casi 9 kilogramos de peso. • Recursos altamente migratorios de presencia irregular en aguas mexicanas. • Alto potencial pesquero Dependiente del reclutamiento de juveniles. • El principal destino de exportación es el mercado asiático, el cual reportó casi 18 millones de USD. en 1996
Tendencia de la captura:	Captura 1995-2000: disminución de las capturas por menor biomasa disponible.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Estucturado por edades
Estado de la Pesquería:	Con potencial de desarrollo.
Medidas de manejo:	Control del esfuerzo pesquero por número de permisos
Objetivo de las medidas:	Permitir un escape del 40% de la biomasa reproductora



Calamar gigante del Océano Pacífico

Susana Martínez-Aguilar¹
 Juan Gabriel Díaz-Urbe¹
 y Manuel O. Nevárez Martínez²

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz

Km. 1 Carretera a Pichilingue sin número, Col. del Cielo

La Paz, B.C.S.

atziri93@hotmail.com

²Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas

Calle 20 No. 605 sur

Guaymas, Sonora

LA PESQUERÍA

Importancia

El calamar gigante *Dosidicus gigas* es la especie que constituye la única pesquería de calamar con un importante desarrollo en el Pacífico norte de México (Fig.1). La historia de la pesquería desde sus inicios en 1974 hasta 1996 esta documentada en INP (2001), Morales-Bojórquez et al. (2001a) y Guzmán-Vizcarra (2000). En los últimos años el calamar ha cobrado gran importancia porque es una de las pocas pesquerías cuya abundancia se ha incrementado, con una producción promedio de 55,400 t año⁻¹, durante los últimos cinco años (2000-2004). Los grandes volúmenes de abundancia han permitido la recuperación económica de algunas regiones por la oferta de empleos directos e indirectos, constituyendo además, en Sonora, la principal pesquería alternativa durante la época de veda de camarón (Fig. 2). El volumen de captura de calamar se obtiene principalmente en la región central del Golfo de California en los estados de Baja California Sur (66%) y Sonora (28%), pero también de manera frecuente se registran capturas en Sinaloa (3.5%) y Colima (1.3%), (SAGARPA 2002). En la tabla 1 se muestran las unidades de producción para los estados de Baja California Sur y Sonora. En Baja California Sur las capturas de calamar son registradas a través de ocho oficinas de pesca ubicadas en Punta Abreojos, Guerrero Negro, Santa Rosalía, Loreto, Ciudad Constitución, López Mateos, San Carlos y La Paz.

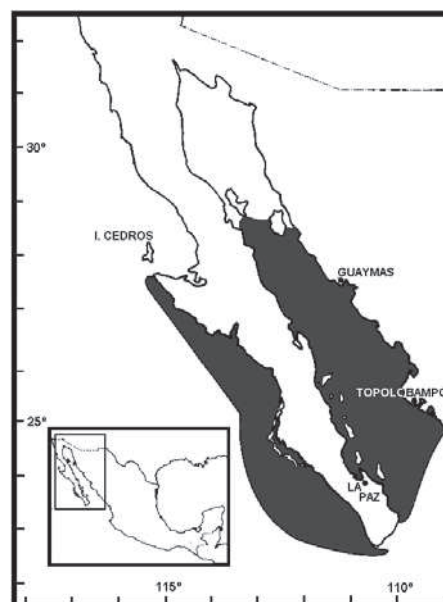


Figura 1. Zona de pesca de calamar gigante en el Golfo de California y costa occidental de la Península de Baja California.

En términos de divisas, entre 1997 y 2002, las exportaciones de calamar promediaron alrededor de 13,400 t anuales, lo que representó un ingreso de 16 millones de dólares al año. El mayor ingreso por divisas se obtuvo en 1997, cuando se capturaron 25.4 millones de dólares por la exportación de 25,000 t. El ingreso más bajo se obtuvo en 2000, cuando solo se capturaron 9.8 millones de dólares por la venta de 9,600 t (SAGARPA 2002).

Los productos de calamar que se ofrecen en el mercado están sujetos a la demanda y muchos de ellos se ofrecen con distintos métodos de preservación a bajas temperaturas y sin mayor procesamiento. Para el mercado nacional el calamar se comercializa como filete fresco-enhielado, filete congelado y sazonado, seco-deshebrado y enlatado, en tanto que para otros países se llega a procesar como filete congelado, filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, precocido con sal y azúcar (presentación *daruma*) o con otros sazonadores.

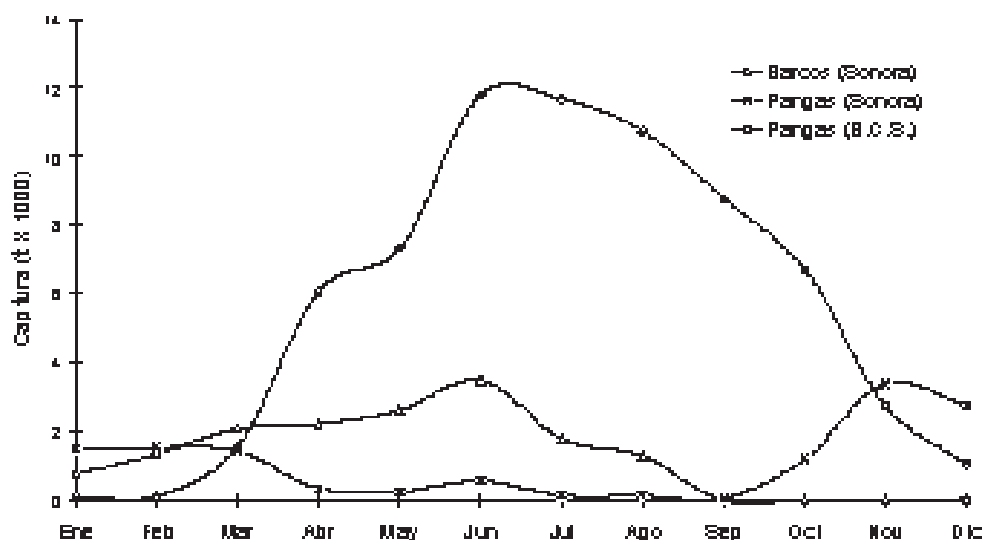


Figura 2. Variación mensual de la captura de calamar gigante separada por las tres flotas con mayor influencia sobre el recurso

Tabla 1. Unidades de producción de calamar gigante en Sonora y Baja California Sur (Fuente: Subdelegaciones Estatales de Pesca).

Unidades	Número	Pescadores	Embarcaciones	Equipos y artes
Sector social (Cooperativas, asociaciones y sociedades de producción pesquera.)	38*	1,972	986	3,944
Sector Industrial	150	900	150	1,500
Total	150	2,872	1,136	5,444

* Solo para el estado de Sonora.

Biología

La información biológica y pesquera de *D. gigas* en el Pacífico Mexicano es todavía escasa, no obstante, se han hecho avances en el conocimiento de los procesos claves del ciclo de vida, tales como: alimentación, reproducción y mortalidad. *D. gigas* tiene un ciclo de vida corto con una longevidad máxima de dos años, en general se detecta la presencia de al menos dos generaciones simultáneamente, tiene una alta tasa de crecimiento alcanzando grandes tallas (97 cm de longitud de manto y 37 kg de peso entero, De la Rosa *et al.* 1992) y, es una especie particularmente carnívora. *D. gigas* presenta fluctuaciones impredecibles respecto a su localización y densidad, lo cual es consistente con los grandes cambios de biomasa anual, razón por la cual la mayoría de las plantas industriales son desarmables.

La reproducción es estacional con picos máximos de desove en verano e invierno, aunque el proceso no es estático y definitivo (Hernández-Herrera *et al.* 1998). La proporción de sexos en las capturas comerciales de *D. gigas*, varía a través del año con predominancia de un sexo en algún mes, frecuentemente en los meses de septiembre u octubre se presenta un porcentaje alto del número de hembras.

El análisis del proceso de maduración sexual en cefalópodos ha sido fundamental para entender su ciclo de vida, para identificar stocks e incluso para definir estrategias de manejo. En el caso de *D. gigas*, existen varios estudios en los que se analiza el ciclo reproductivo a partir de los cambios morfocromáticos de las gónadas (Nesis 1970; Michel *et al.* 1986; Tafur y Rabí 1997; Markaida y Sosa-Nishisaki 2001; Tafur *et al.* 2001), sin embargo, todos ellos han empleado escalas de madurez diferentes por lo cual también se han hecho distintas interpretaciones del proceso de maduración. Recientemente, el análisis de la estructura de ovocitos (Tabla 2) en las gónadas de hembras, a través del índice de madurez (*IM*) propuesto por Sauer y Lipinski (1990), permitió validar los estadios de madurez sexual a partir de las propiedades morfocromáticas de los ovarios (Díaz-Uribe *et al.* 2005). De acuerdo con este análisis la escala de madurez en seis etapas propuesta por Lipinski y Underhill (1995) parece ser una escala morfocromática adecuada para el clamar gigante del Golfo de California (Tabla 3).

Tabla 2. Descripción de los niveles de desarrollo de los ovocitos de calamar gigante.

Nivel de Desarrollo	Características celulares
1	Ovocito en crecimiento primario con núcleo esférico y escasos nucleolos, rodeados por un citoplasma eosinófilo. Células foliculares alrededor del ovocito, escasas o ausentes (Fig. 3a)
2	Ovocito con nucleolos aparentes. Se observa una capa delgada de células foliculares alrededor del ovocito (Fig. 3b).
3	Ovocitos en crecimiento secundario de mayor tamaño. Proliferan las células foliculares que se adhieren al ovocito y comienzan a invadirlo formando interdigitaciones. Se inicia la formación de glóbulos de vitelo (Fig. 3c).
4	El núcleo migra hacia uno de los polos del ovocito. Las interdigitaciones se retiran hacia la periferia (Fig. 3d).
5	El núcleo migra hacia uno de los polos del ovocito. Las interdigitaciones se retiran hacia la periferia (Fig. 3d). El núcleo y los nucleolos disminuyen de talla hasta desaparecer. Las células foliculares se retraen y forman una estructura laminar alrededor del óvulo. Se incrementa el citoplasma basófilo (Fig. 3e)

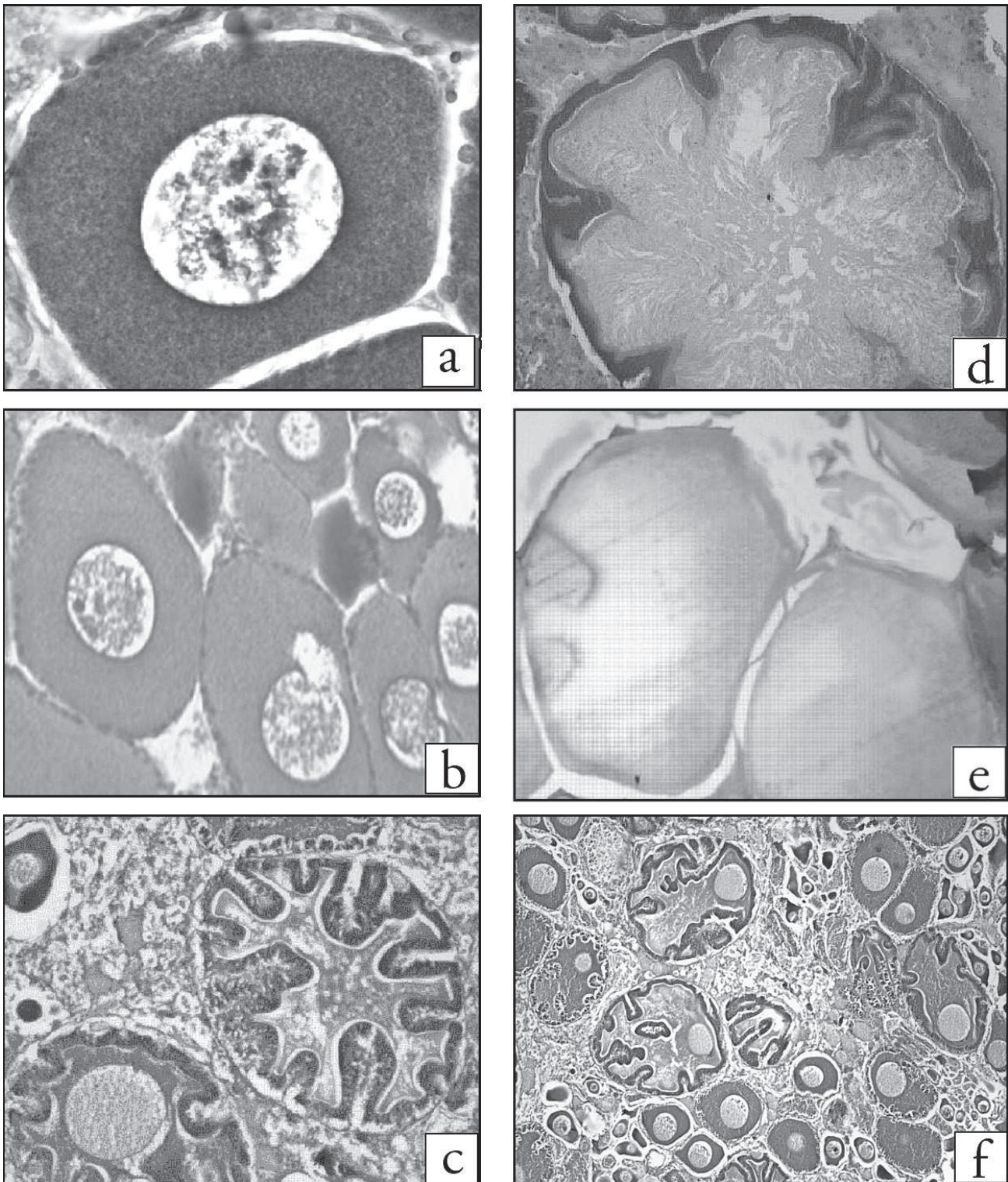


Figura 3. Niveles de desarrollo del ovocito. (a) Ovocito nivel 1: Núcleo redondo con escasos nucleolos, (b) Ovocito nivel 2: Se observa capa delgada de células foliculares, (c): Ovocito nivel 3: Epitelio folicular invade al ovocito y se empiezan a observar glóbulos de vitelo, (d) Ovocito nivel 4: Epitelio folicular se retrae y los glóbulos de vitelo incrementan su tamaño, (e) Ovocito 5: Ovocito de mayor tamaño con epitelio folicular de tipo laminar, (f) Vista parcial del tejido gonádico donde se observan ovocitos en diferentes niveles de desarrollo.

Tabla 3. Descripción morfológica de las etapas de maduración gonádica usada en hembras de calamar gigante. Modificado de Sauer y Lipinski 1990; Lipinski y Underhill 1995.

Estadio de Maduración	Características morfológicas
I Juvenil	Glándulas nidamentales pequeñas como bandas transparentes. El resto de las estructuras no son visibles a simple vista. No es fácil distinguir entre machos y hembras.
II Inmaduro	Aunque las glándulas nidamentales están más grandes no alcanzan a tapar las vísceras subyacentes. El conducto ovárico es visible, estrecho, translúcido y sin huevos en su interior. El ovario es homogéneo, plano y semitransparente. En esta etapa las glándulas nidamentales accesorias y la glándula oviductal también son visibles.
III Preparatorio	Las glándulas nidamentales continúan creciendo llegando a tapar parcialmente las vísceras subyacentes. Conducto ovárico más grande y serpenteante. La línea media de la parte ventral de la glándula oviductal es totalmente visible. El ovario es compacto, semi-opaco y con huevos inmaduros visibles, lo que le da una consistencia granular uniforme.
IV Madurando	El tamaño de las glándulas nidamentales es tal que llegan a tapar las vísceras subyacentes. Se observan algunos huevos maduros (amarillos) en el oviducto. El ovario está agrandado, extendido hacia el frente y los pocos ovocitos maduros tienden a ubicarse en forma proximal. Los oocitos inmaduros son distales y junto con otros pocos ovocitos parecen formar un mosaico.
V Maduro	Huevos maduros densamente empaquetados en el oviducto. Hay secreción en las glándulas nidamentales
VI Desovado	El ovario es pequeño con un mosaico de ovocitos predominantemente maduros. Ya no se observa la estructura dividida en sus porciones distal y proximal El oviducto puede contener algunos huevos sueltos pero no empaquetados. Las glándulas nidamentales son pequeñas. El manto puede tener un menor grosor que el usual.

El ciclo de madurez sexual ha sido estudiado por varios autores y los resultados indican una gran variabilidad de la actividad reproductiva del calamar. Ehrhardt *et al.* (1983, 1986) reportan hembras maduras a lo largo de todo el año con tres máximos de reproducción. Sugieren que el más importante ocurre en diciembre-enero ya que es el pico que sostiene la mayor parte de la pesquería. También encontraron evidencias de picos en mayo-junio y septiembre, pero argumentan que el patrón puede variar en función de las condiciones ambientales. Markaida y Sosa-Nishisaki (2001), también reportan hembras maduras durante todo el año pero al no encontrar evidencias de picos reproductivos, proponen que el calamar podría reproducirse fuera de las zonas de pesca. Díaz-Urbe *et al.* (en prensa) muestran evidencias de que la maduración de ovocitos en la gónada es asincrónica, ya que se observan ovocitos en distintos estadios de desarrollo reflejándose en la creciente variabilidad del IM conforme avanza el estadio de madurez de la gónada (Fig. 4). Aunque estos resultados no son concluyentes, la información sugiere que el ciclo reproductivo del calamar es un proceso dinámico, fuertemente influenciado por las condiciones oceanográficas del Golfo de California, pero sobre todo, apoya la hipótesis de que la población se compone por varias cohortes que a su vez contribuyen al rendimiento de la pesquería (Martínez-Aguilar *et al.* 2004).

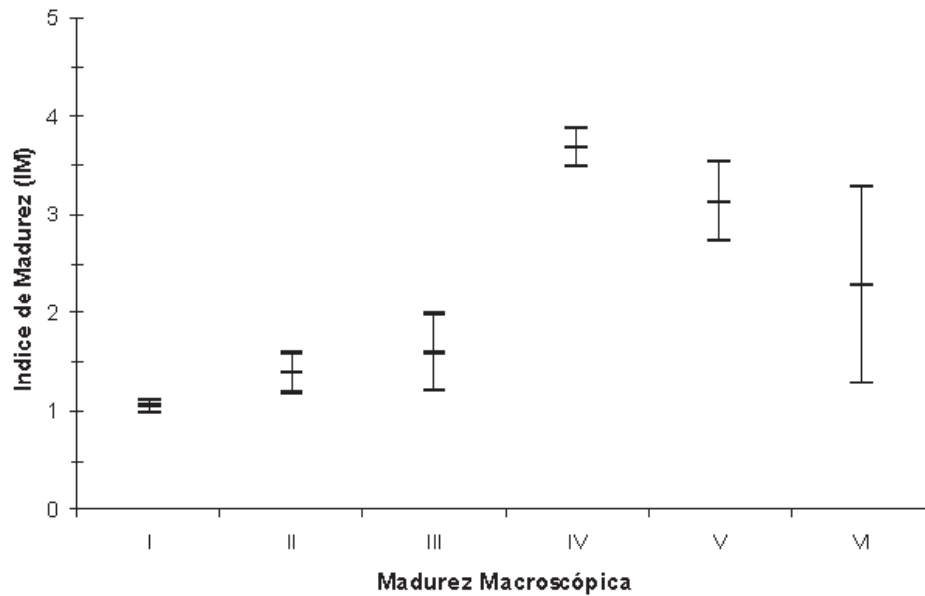


Figura 4. Índice de Madurez de calamar gigante definido por sus propiedades morfocromáticas. Las barras representan el valor promedio y su intervalo del 95% confianza.

Los machos maduran en tallas más pequeñas que las hembras. Ehrhardt *et al.* (1986) reportan que los machos empiezan a madurar entre los 18 y 25 cm de LM, mientras que las hembras lo hacen entre los 35 y 40 cm de LM. Markaida y Sosa-Nishisaki (2001) estimaron que la talla de primera madurez en machos oscila entre 53 y 67 cm de LM en tanto que para las hembras se estimaron en 75 cm de LM. Díaz-Urbe *et al.* (2005) encontraron hembras maduras desde 37 cm LM, pero la mayor porcentaje estuvo en hembras mayores de 50 cm LM (Fig. 5). El análisis de frecuencia acumulada indicó que menos del 5% de las hembras adultas fueron menores de 60 cm LM y el 50% de ellas tuvieron 74 cm LM o menos (Fig. 6). La frecuencia de tallas registrada en las capturas indica que aunque la pesquería de calamar en el Golfo de California se sostiene por un intervalo amplio de tallas, la talla de primera madurez de 74 cm LM, implica que el 60% de las hembras capturadas son juveniles. El hecho de que las estimaciones de Markaida y Sosa-Nishisaki (2001) y Díaz-Urbe *et al.* (2005) sean coincidentes sugiere estabilidad en el proceso reproductivo.

La estructura de tallas de calamar gigante ha sido tan compleja que se ha planteado que es más de una cohorte la que sostiene la pesquería. Ehrhardt *et al.* (1986) reportaron para el Golfo de California que la población de calamar gigante estuvo compuesta durante 1982 y 1983 por un stock formado de cuatro cohortes, las cuales migraban separadamente, pero coincidían en el tiempo y en las áreas de reclutamiento de acuerdo a las condiciones ambientales. Hernández-Herrera *et al.* (1998), suponen que la pesquería del Golfo de California esta sustentada por una sola cohorte principal. La existencia de por lo menos dos cohortes ha sido indicada por la presencia de dos picos del coeficiente de capturabilidad respecto a la Longitud de Manto (LM), Morales-Bojórquez *et al.*, (2001b), aunque no se ha logrado registrar la presencia de picos de hembras sexualmente maduras, en distintos tiempos dentro de un mismo año.

El patrón de reclutamiento es un factor importante en la dinámica del recurso y es la base principal del manejo de la pesquería. Para el calamar gigante que se distribuye dentro del

Golfo de California no ha sido fácil detectar un patrón definido, sin embargo, la información recabada en años anteriores sugiere que durante el año se pueden dar por lo menos tres eventos de reclutamiento, el primero de los cuales ocurre en mayo y es el que sostiene principalmente la pesquería en el área de Guaymas (Hernández-Herrera *et al.* 1998, Ehrhardt *et al.* 1986).

El ciclo de madurez sexual ha sido estudiado por varios autores y los resultados indican una gran variabilidad de la actividad reproductiva del calamar. Ehrhardt *et al.* (1983, 1986) reportan hembras maduras a lo largo de todo el año con tres máximos de reproducción. Sugieren que el más importante ocurre en diciembre-enero ya que es el pico que sostiene la mayor parte de la pesquería. También encontraron evidencias de picos en mayo-junio y septiembre, pero argumentan que el patrón puede variar en función de las condiciones ambientales. Markaida y Sosa-Nishisaki (2001), también reportan hembras maduras durante todo el año pero al no encontrar evidencias de picos reproductivos, proponen que el calamar podría reproducirse fuera de las zonas de pesca. Díaz-Urbe *et al.* (en prensa) por su parte dan evidencias de que la maduración de ovocitos en la gónada es asincrónica, tomando como base la creciente variabilidad del IM conforme avanza el estadio de madurez de la gónada (Fig. 4). La información sugiere que el ciclo reproductivo del calamar es un proceso dinámico, fuertemente influenciado por las condiciones oceanográficas del Golfo de California (Hernández-Herrera *et al.* 1996), pero sobre todo, apoya la hipótesis de que la población se compone por varias cohortes que a su vez contribuyen al rendimiento de la pesquería (Martínez-Aguilar *et al.* 2004).

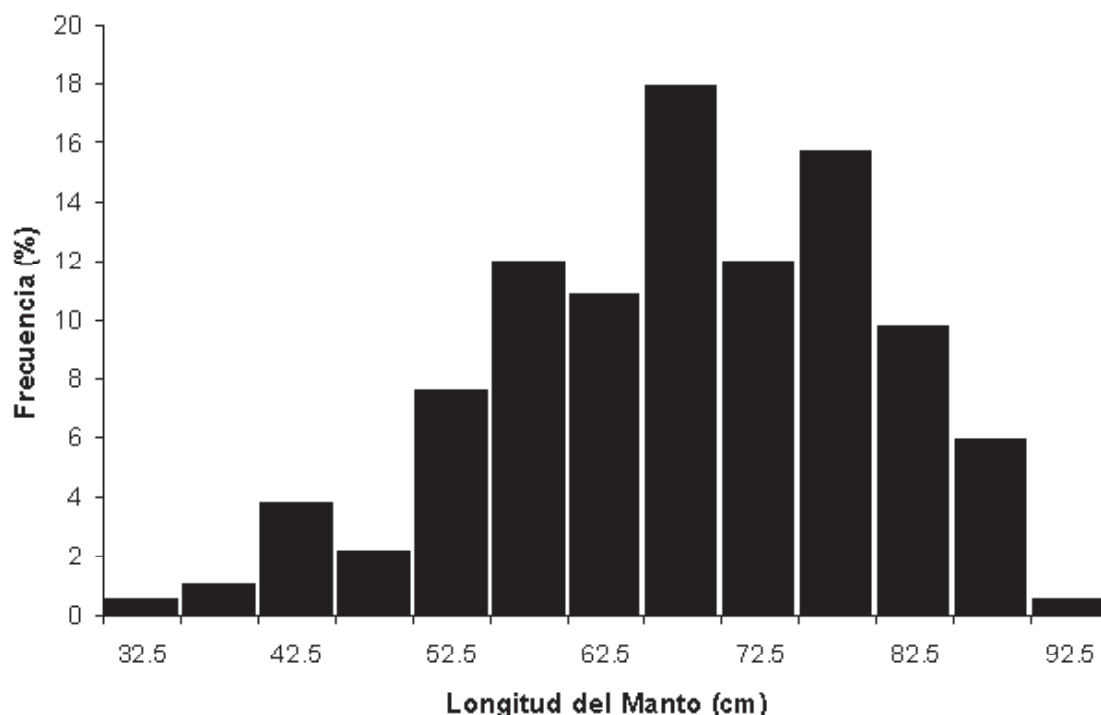


Figura 5. **Proporción de hembras maduras por intervalo de talla.** Las barras negras representan el total de organismos por intervalo de talla y las grises el número de organismos maduros.

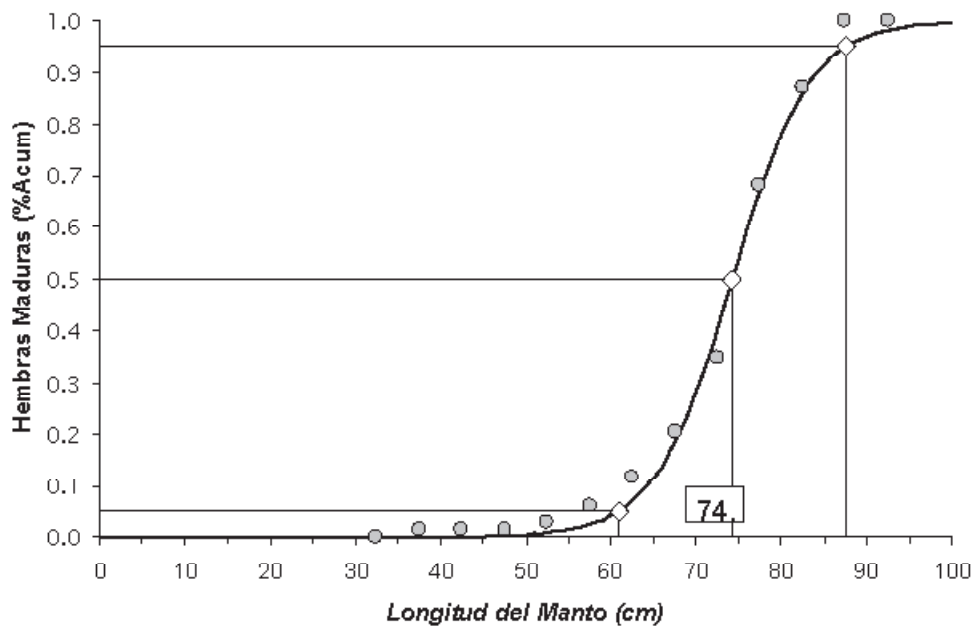


Figura 6. Frecuencia acumulada de hembras maduras de calamar gigante por intervalo de talla.

La fecundidad para esta especie fue calculada por Nesis (1970) para la porción sureña del Pacífico (Perú y Chile). En el caso de las hembras, la fecundidad varía de 100,000 a 600,000 huevos con un máximo de 650,000 huevos en hembras de más de 50 cm de LM.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La pesca comercial se desarrolló con tres tipos flotas principalmente, una compuesta por embarcaciones mayores en Sonora, y dos más compuestas por embarcaciones menores en Sonora y Baja California Sur, las cuales se diferencian por su modo de operación. Las embarcaciones mayores son barcos camaroneros y sardineros adaptados para la pesca de calamar (eslora de 20 a 25 m) y barcos calamareros de diseño japonés con alta tecnología (eslora de 35 a 63 m). Las pangas son de fibra de vidrio con motor fuera de borda (eslora de 6 a 8 m).

Por las características de comportamiento del calamar su captura es nocturna, el modo de la operación de pesca consiste en situarse en el área de pesca, encender luces de atracción y esperar que el recurso, que presenta fototropismo positivo, responda a la luz concentrándose en la zona de penumbra bajo la embarcación, desde donde ataca cualquier presa disponible incluyendo los señuelos. El producto se recibe en zonas cercanas al sitio de captura. La captura promedio por panga es entre 500 y 1000 kilogramos por jornadas de trabajo que varían entre cinco y siete horas y por embarcación entre 200 y 700 kilogramos por jornada que es de 8.5 horas, incluyendo la transportación desde el caladero, el desembarque y el eviscerado del producto. El eviscerado generalmente se hace dentro del mar en áreas cercanas a la zona de desembarque.

El arte de pesca es la potera, que puede ser de varios tipos: las japonesas de 12 cm de longitud con dos coronas de ganchos de acero, de 1.5 o 2 cm de longitud y poteras de construcción local elaboradas de diferente material y de 20 a 30 cm de longitud, con anzuelos de rayos de bicicleta o clavos como coronas de ganchos. El número de poteras por línea varía de acuerdo al sistema de pesca, que va desde una potera por línea por pescador o varias poteras por línea en un tambor de recuperación manual, hasta máquinas calamareras automáticas con dos tambores y dos líneas con 8 a 24 poteras por línea (Ehrhardt *et al.* 1982 y De la Rosa *et al.* 1992).

Tendencias históricas

Las capturas de calamar han presentado cambios significativos a través del tiempo (Fig. 7), ya que es un recurso oceánico altamente migratorio cuya presencia se ha manifestado por pulsos en las costas mexicanas, como es el caso del periodo 1979-1981, el de 1988-1992 y el actual, iniciado en 1994 (Ehrhardt *et al.* 1986; SAGARPA 2002). Las capturas registradas en Baja California Sur a partir de 1998, han aportado aproximadamente entre el 60% y 90% de las capturas totales. En 1999-2000 la captura total fue alta, sin embargo, permaneció baja en comparación con el periodo de mayor captura (1996-1997), lo que coincidió con la caída del precio en del recurso en Santa Rosalía, B.C.S. y Sonora. En 2002, la captura se incrementó a 106,887 t, disminuyendo nuevamente en el 2003 a 54,929 t y en 2004 fue de 49 579 t. Las variaciones interanuales de la captura, han sido relacionadas con las fluctuaciones ambientales, migraciones extensivas del recurso y con la interacción existente entre las pesquerías de calamar y camarón (Morales-Bojórquez *et al.* 2001a).

Interacción con otras pesquerías

La pesquería de calamar no tiene interacción directa con otras pesquerías dadas las características del método de captura, no obstante, hay una preferencia de la flota camaronera del Golfo de California a incorporarse a la pesquería de calamar gigante, cuando la temporada de camarón en el Pacífico Mexicano entra en veda. De esta forma, la interacción entre estas pesquerías sucede en espacio y tiempo diferentes (Hernández-Herrera *et al.* 1998) y es más de carácter tecnológico que biológico. El calamar gigante ocasionalmente aparece en redes de cerco de embarcaciones sardineras ó atuneras, aunque esto un evento accidental.

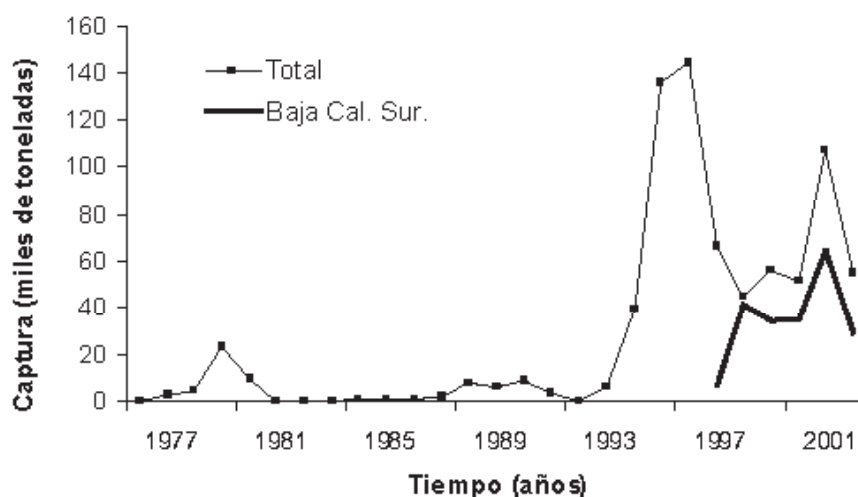


Figura 7. Serie histórica de las capturas de calamar gigante.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

En Baja California Sur hay 19 plantas industriales, de las cuales, solamente dos incursionaron en la presentación del producto seco-deshebrado y enlatado. Para 1997, la infraestructura instalada en el estado de Sonora era de 24 plantas con una capacidad de recepción de 781 t diarias y capacidad de procesamiento de 351 t de fresco congelado y 264 t en presentación *daruma*, además de 3,873 t de almacenamiento.

Indicadores económicos

En cuanto a la extracción, considerando el máximo esfuerzo pesquero aplicado tanto por las pangas como los barcos; y conociendo que en las primeras participan en promedio dos pescadores y en los segundos ocho, existen aproximadamente 11,000 empleos directos por mes, aunque esta cifra varía en función de la disponibilidad del recurso. En Baja California Sur se captura calamar durante todo el año, con máximos de mayo a agosto. En Sonora la pesquería de calamar depende además de la accesibilidad del recurso camarón, ya que la pesquería de calamar adquiere relevancia cuando la pesquería de camarón entra en período de veda (Hernández-Herrera *et al.* 1998). En cuanto a la generación de empleos indirectos, la información se desconoce.

Comercialización

El precio del producto en playa esta sujeto a la ley de oferta y demanda que es ejercida por los gerentes locales de las empresas o permisionarios e intermediarios. La variabilidad en el precio de calamar depende de la disponibilidad del recurso, la infraestructura, los altos costos de transporte e insumos para el proceso y de las tendencias en el mercado internacional. Durante 1995 el precio en moneda nacional fluctuaba entre los \$5.00 y \$5.50, en el 2000 el precio estuvo entre los \$1.30 y \$1.50 y actualmente, 2005, el precio es de \$2.00.

Destino y presentación del producto

El calamar se procesa en presentación filete fresco-congelado, precocido, precocido congelado y sazonado. En menor proporción se prepara seco deshebrado y en enlatado. Un pequeño porcentaje de la producción se comercializa en la presentación de aleta fresca congelada y tentáculo cocido (Guzmán-Vizcarra 2000). En la captura e industrialización participan tanto el sector social como el privado, mientras que la exportación es exclusiva del sector privado, los cuales se localizan a lo largo de la costa de la Península de Baja California y de los estados de Sonora y Sinaloa.

MANEJO

Medidas administrativas

A partir de 1995, año en el que se observó el incremento en la captura de calamar gigante, la industria se incorporó masivamente a esta actividad, por lo que la pesquería necesitó ser ordenada para regular los niveles de esfuerzo permisibles (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997). El esquema de manejo actual ha sido la regulación de los permisos de pesca controlando al mismo tiempo el esfuerzo sobre la pesquería. Estas medidas administrativas se fundamentan en evaluaciones de biomasa hechas por el Instituto Nacional de la Pesca (INP), a través del análisis de datos de captura y esfuerzo, así como de la información obtenida por cruceros de investigación. Las medidas de regulación están publicadas en la ficha correspondiente al recurso calamar en la Carta Nacional Pesquera publicada en el DOF (Marzo 15, 2004).

Análisis cuantitativo

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

En la estimación de biomasa de calamares se utilizan modelos explícitos, los cuales, se apoyan en modelos de extracción sucesiva. Las estimaciones de biomasa de *D. gigas* en el Golfo de California, se han basado en el modelo de Rosenberg et al. (1990) y el método del área barrida, que usa captura total en peso de acuerdo con Pierce y Guerra (1994). El modelo de extracción sucesiva supone que la población explotada está compuesta por una cohorte que se agota a través del tiempo, de tal forma, que resulta relativamente simple evaluar la abundancia poblacional a partir de un estimado del tamaño inicial (reclutamiento). Sin embargo, el valor de la pendiente (capturabilidad), no permanece constante (Hilborn y Walters 1992), en algunos casos el modelo muestra una curvatura en lugar de describir una tendencia lineal (Gould y Pollock 1997, Gould et al. 1997, Martínez-Aguilar et al. 2004). En recientes análisis, se indica la presencia de más de una cohorte en la población (Morales-Bojórquez et al. 2001b). Esta situación ha creado dudas sobre la dinámica del recurso y la forma de evaluarlo por lo que se ha incursionado en el uso del modelo determinístico de capturabilidad (MDC), (Arreguín-Sánchez 1996), como método alternativo para la estimación de biomasa. MDC permite estimar la contribución de cada cohorte (Martínez-Aguilar et al. 2004, Morales-Bojórquez et al. 2001b), y evaluar el escape proporcional en periodos menores a un año.

Capturabilidad (q)

El MDC hace un análisis de capturabilidad por clase de longitud proporcionando información sobre el número de cohortes presentes en la población, la conducta del stock y la eficiencia de la pesca, mejorando simultáneamente las variables usadas para manejo tal como los cambios en la mortalidad por pesca, durante la temporada de pesca. El análisis se realiza a través de la transición de una frecuencia de longitud, a otra, en tiempos sucesivos, expresadas como abundancia relativa, por medio de una matriz de transición (Shepherd 1987 y Caswell 1989) de la forma $N(l, t+1) = A \times N(l, t)$, donde $N(l, t+1)$ y $N(l, t)$ son los vectores de abundancia relativa del stock en LM al tiempo t y $t+1$. A , es la matriz de transición y es

expresada como $A=G \times S$, donde G , es una matriz que representa el crecimiento individual en ausencia de mortalidad, y S , es la matriz de supervivencia y representa los efectos de mortalidad.

Las probabilidades de crecimiento se definen suponiendo que los individuos crecen siguiendo el modelo de von Bertalanffy (MVB). Los parámetros de crecimiento del MVB ($k=0.033$ quincena⁻¹ y $L_{\infty}=87$ cm) y la mortalidad natural estimada con el método de Silliman (Ricker 1975), (valor constante de $M=0.2$ por quincena) fueron tomados de Hernández-Herrera *et al.* (1998). S se define como $S=\exp^{-Z}=\exp^{-M+qE}$, donde: Z es la mortalidad total, q el coeficiente de mortalidad, M la tasa instantánea de mortalidad natural y E el esfuerzo pesquero ejercido al tiempo t . Como S , M y E son conocidas, q es estimado por un procedimiento iterativo para cada clase de LM..

El valor promedio de la capturabilidad en el intervalo de tallas de la longitud de manto fue de $\bar{q}=2.8 \times 10^{-4}$ ($s.d.=2.3 \times 10^{-4}$) y el intervalo de variación fue de $3.1 \times 10^{-3} < q < 7.6 \times 10^{-4}$ (Morales-Bojórquez *et al.* 2001b). La desviación estándar es grande debida a las fluctuaciones de la capturabilidad dentro de la estación de pesca.

La capturabilidad por clase de longitud mostró una alternancia de valores bajos y altos a lo largo del intervalo de tallas; valores bajos entre los 19-27 cm, 43-49 cm y 57-63 cm LM, y valores altos entre los 29-33 cm, 53-57 cm y 65-71 cm ML. Los tres picos de capturabilidad observados a diferentes tallas tienen aproximadamente el mismo valor, $q \approx 0.7 \times 10^{-3}$ (Fig. 8).

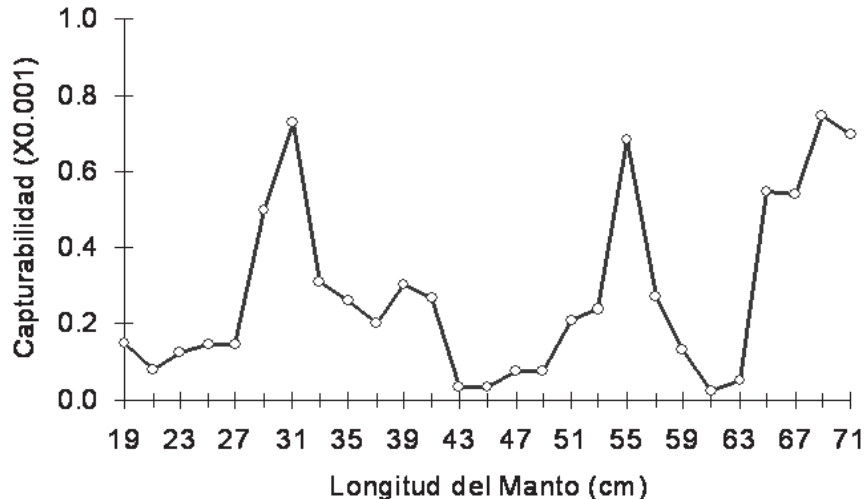


Figura 8. Variación del coeficiente de capturabilidad por clase de longitud de manto.

Los cambios repentinos en la estructura de la población pueden tener relación con cambios en las tasa de mortalidad y de la capturabilidad. El comportamiento de la flota depende de la disponibilidad, del mercado y precio, y esta variación tiene su impacto sobre la captura por unidad de esfuerzo ($CPUE$) comercial. Entonces, los cambios relativos de la capturabilidad en función de la longitud del manto en el tiempo, son expresados por la desviación de la $CPUE$ $CPUE$ por clase de longitud al tiempo t ($CPUE_{L,t}$), donde $t=$ quincena, respecto al promedio de la temporada analizada $CPUE_{L,y}$. De acuerdo con Arreguín-Sánchez (1996), la relación en su forma lineal es expresada como:

$$LN\left[\frac{CPUE_{L,t}}{CPUE_{L,y}}\right]=\alpha_{L,t}+\beta_{L,t}\cdot L$$

Donde: $\beta_{L,t}$, representa las diferencias relativas en el patrón de cambio de q^q con la longitud de la quincena t respecto a la media anual, $CPUE_{L,y}$; $\alpha_{L,t}$ representa las diferencias relativas en la abundancia de organismos más pequeños presentes en la captura de la quincena t , respecto a $CPUE_{L,y}$. El signo de la pendiente $\beta_{L,t}$ y de la ordenada al origen $\alpha_{L,t}$ indica los grupos de longitud que son más abundantes. Entonces si $\beta_{L,t}$ es positivo y $\alpha_{L,t}$ negativo, los organismos grandes son más abundantes en la captura que los pequeños y viceversa. De acuerdo con esto, los valores de las constantes con distinto signo en la misma quincena, indican la presencia simultánea de calamares pequeños y grandes en las capturas.

Los cambios relativos de la capturabilidad en función de la LM, con el tiempo presentan una gran variabilidad en su tendencia. En la Fig. 9 los valores negativos denotan cantidades bajas de calamares en las capturas de tallas grandes, mientras que los positivos cantidades altas. La variación en la tendencia se debe a la presencia alternada, en la captura, de calamares de tallas pequeñas (13-34 cm de LM) y grandes (62-120 cm de LM). Con excepción de la primera quincena de mayo y la segunda de julio, es notoria la ausencia o baja presencia de calamares de LM medianas (36-60 cm de LM). Al respecto, Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) en su análisis de distribución por LM, sexo y estadio de madurez, mencionan que la escasez de calamares de tallas medianas, puede ser efecto de la selectividad de la potera, de la segregación diferencial de calamares por LM, o una dominancia en la población de calamares de LM grande.

En el gráfico de β en función del esfuerzo pesquero (Fig. 10), se observó que la captura, durante el tiempo analizado, está sustentada principalmente de tallas pequeñas, con una disminución del esfuerzo pesquero conforme se incrementa el tiempo. La disminución del esfuerzo puede estar asociada a la presencia de calamares grandes, ya que existe una preferencia por calamares de tallas pequeñas en las plantas procesadoras o a las condiciones del clima, durante los meses de septiembre a noviembre, que dificultan las jornadas de pesca.

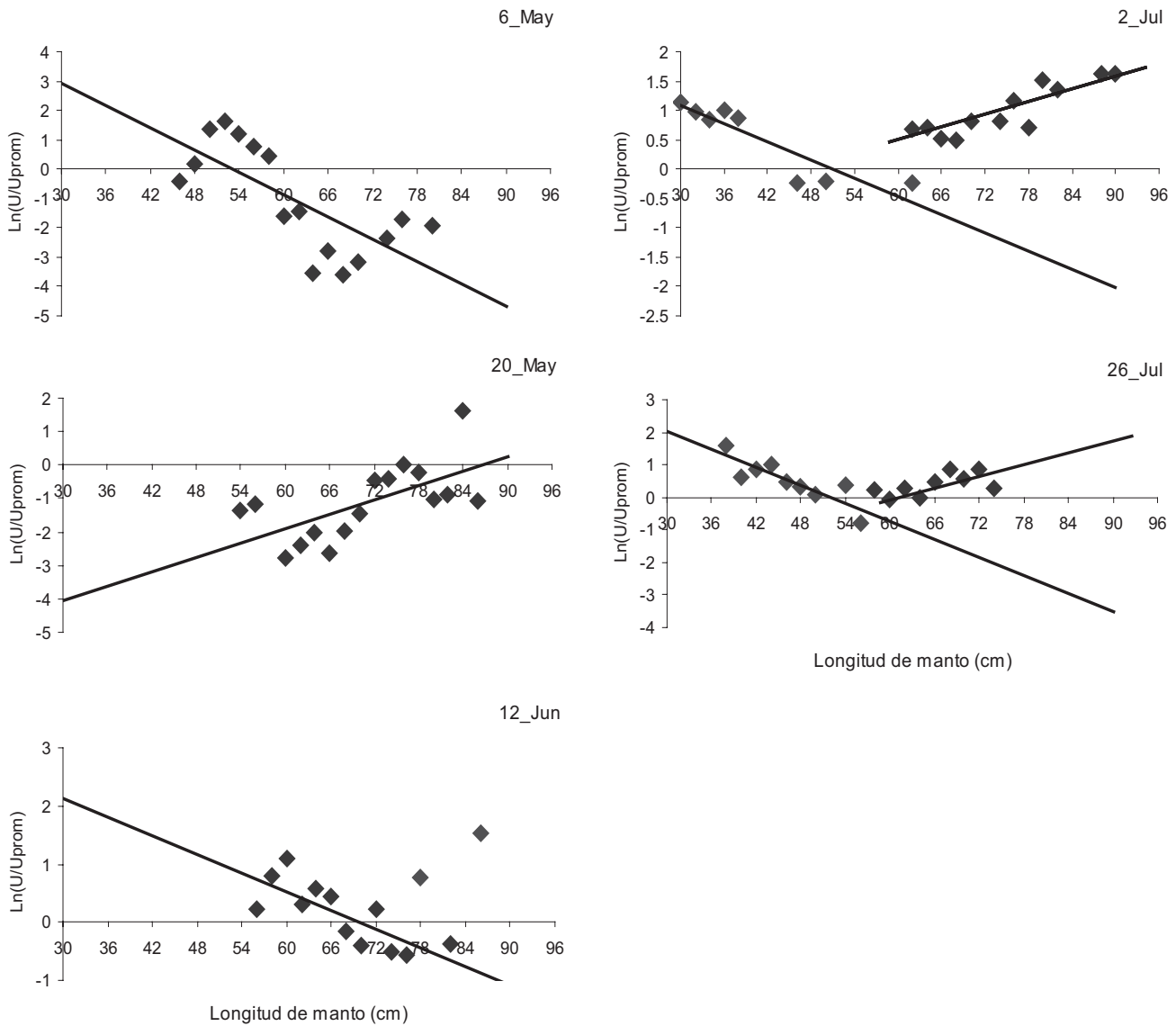


Figura 9. Cambios relativos quincenales de la tasa de captura en función de la longitud de manto respecto al promedio del periodo analizado.

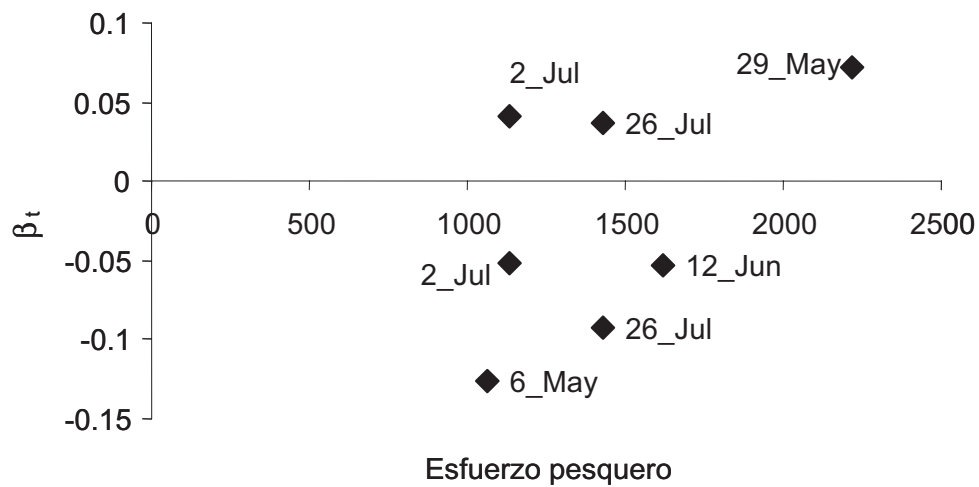


Figura 10. Diferencias relativas quincenales del patrón de cambio de la capturabilidad con la longitud (β_t) en función del esfuerzo pesquero (número de viajes).

Cruceros de Investigación

Cada año se realiza por lo menos un crucero para evaluación de biomasa. En cada crucero se trabaja en un promedio de 35 estaciones de muestreo, el área de estudio se localiza desde el sur de Isla Tiburón, Sonora hacia la parte de Santa Rosalía, B. C. S., y llega hasta Yavaros, Sonora y La Paz, B. C. S. Para cada operación de pesca se registra la posición inicial y final del barco, el número de calamares capturados, el tiempo de pesca, y el tiempo previo de iluminación al funcionamiento de las poteras manuales, las cuales son manejadas por seis pescadores. Cuando la captura lo permite, se miden 100 calamares y se seleccionan 20 a 25 al azar para el muestreo biológico: longitud del manto, peso del manto, peso total, sexo, y fase de madurez.

Se estima la biomasa de calamar por el método del área barrida, que usa captura total en peso (Pierce y Guerra 1994). Para reducir el error en la estimación, el área del estudio se divide en cinco estratos. La estimación de la biomasa se obtiene de acuerdo a lo siguiente (Pierce y Guerra 1994; Hernández-Herrera *et al.* 1998):

$$B_T = \sum_{i=1}^n \left(Y_i * \frac{A_i}{a_i} \right), \text{ con varianza: } \hat{V}(B_T) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i^2 * n_i * s_i^2}{a_i^2} \right)$$

donde: B_T = Biomasa total, Y_i = Captura total en el estrato i-ésimo, A_i = Área total del estrato i-ésimo, a_i = Área barrida en el estrato i-ésimo, s_i^2 = Varianza de la captura del estrato i-ésimo, n_i = Número de operaciones de pesca en el estrato i-ésimo.

El área barrida en cada estación se define como la deriva del barco (millas náuticas), multiplicado por la distancia de influencia de las poteras (establecido arbitrariamente como 10 m desde la borda del barco).

Definición de puntos de referencia

La mayoría de las especies de calamar tienen un ciclo de vida anual y su abundancia presenta grandes variaciones de un año al siguiente. Para evaluar la población, se asume que la pesquería es sostenida por una sola cohorte, proveniente de un pulso máximo de reclutamiento. El número de animales sobrevivientes al final del año afectan la pesquería del año siguiente sólo a través de la cantidad de los productos del desove. La evaluación se orienta a determinar el número de reclutas al inicio de la temporada de pesca, la tasa de explotación durante la temporada y el número de organismos reproductores que sobreviven hasta el final de la temporada de pesca. El modelo generalmente utilizado es el análisis de reducción de stock de Delury (Rosenberg *et al.*, 1990), $N_t = N_0 - A_t$, descrito en términos de la captura por unidad de esfuerzo, $CPUE$, por:

$$CPUE = \frac{C_t}{E_t} = qN_0 - qA_t$$

donde, N_t es la abundancia en número de individuos en el tiempo t , C_t es la captura en número de individuos, E_t es el esfuerzo pesquero, A_t es la captura acumulada desde el

inicio de la estación de pesca al tiempo t , N_0 es la abundancia inicial en número de individuos (reclutamiento) al inicio de la temporada de pesca y q , es el coeficiente de capturabilidad. Esta relación supone proporcionalidad entre la captura por unidad de esfuerzo y la abundancia del recurso y que la capturabilidad es constante a través del tiempo. Con esta función, Rosenberg et al. (1990), plantearon el escape proporcional de reproductores como estrategia de manejo del calamar *Illex argentinus* en las islas Falkland, con un nivel permisible de $K = 40\%$ y desde entonces el escape proporcional también se ha considerado en otras pesquerías de calamar en el mundo (Beddington et al., 1990, Hernández-Herrera et al. 1998). El escape proporcional es definido como $K=e^{-F}$, donde F es la tasa instantánea de mortalidad por pesca definida por $F=q \cdot E$. En la pesquería de calamar gigante el esquema de manejo se ha basado en mantener una biomasa del 40% al final de cada temporada de pesca, la cual es calculada en el momento mismo que el reclutamiento es observado durante los meses de mayo y junio (Morales-Bojórquez et al. 1997, 2001b, 2001b; Hernández-Herrera et al. 1998). Las tácticas de manejo del recurso son controlar el esfuerzo de pesca a través de la asignación de licencias o permisos de pesca (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997).

El escape proporcional estimado al final de cada temporada de pesca durante la última década han sido valores superiores al recomendado ($K=e^{-F}=40\%$). En Guaymas durante 1996-1997, el escape proporcional estimado estuvo entre el 55% y 62% (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997), lo cual promovió el incremento del esfuerzo pesquero, obteniéndose para 1996 y 1997, una captura mayor a las 100,000 t de peso vivo de calamar. En Santa Rosalía el escape proporcional estimado al final de la temporada de pesca 2004 fue del 50% (Martínez-Aguilar y Díaz-Urbe 2005). El que los valores de escape proporcional estimados sean superiores al recomendado y las capturas aumenten, indican mayor abundancia del recurso, pero seguramente no es debido únicamente por la aplicación de la estrategia de escape proporcional. En la variación de la captura comercial en el Golfo de California, influyen factores tales como los desacuerdos entre la industria y los pescadores en el precio por kilo y la capacidad de procesamiento que tienen las plantas, que en ocasiones, cuando el recurso es muy abundante, limitan la cantidad de captura que reciben. Además, el calamar gigante es una especie migratoria y las variaciones de abundancia y disponibilidad del recurso dependen de este comportamiento. Considerar los incrementos de abundancia consecuencia directa de la aplicación de la estrategia del escape proporcional constante, sería suponer que estrategia es muy eficiente, lo cual es poco probable dada la dinámica del recurso, sin embargo, es un punto de referencia del recurso, estimado en un tiempo y espacio definido, que vale la pena seguir monitoreando.

Estado Actual de la Pesquería

Los cambios en la *CPUE*, de la pesquería del calamar gigante, parecen tener mas relación con los cambios en la composición de tallas de la captura, que con la abundancia. La pesquería muestra signos de hiperestabilidad (Hilborn y Walters 1992), definida por la concentración de esfuerzo en zonas donde el calamar es más abundante, de tal forma que la *CPUE* se mantiene mientras que la abundancia declina, sin embargo, los cambios repentinos de abundancia por la entrada o salida de una nueva cohorte, pueden provocar hiperdepleción (Hilborn y Walters 1992), es decir, que la *CPUE* decline más rápido que la abundancia

Altos incrementos en la cantidad del esfuerzo aplicado pueden provocar problemas relacionados con el reclutamiento, debido al desconocimiento de la abundancia de la

población (Martínez-Aguilar *et al.* 2004). El seguimiento continuo a escala semanal, permite tener un control sobre la mortalidad por pesca en función de la tendencia de la biomasa de la o las cohortes presentes, siendo posible detectar la incorporación de nuevos reclutamientos que se asocien con el mantenimiento, disminución o aumento del esfuerzo pesquero. De esta manera se espera tener una pesquería que pueda sostenerse en el tiempo como un recurso con potencial dentro del Golfo de California. No obstante, la pesquería de calamar gigante es altamente variable y probablemente inestable debido a su patrón de migración asociado a una alta mortalidad natural, características que se relacionan a las condiciones ambientales y disponibilidad de alimento. Bajo estas condiciones la incertidumbre asociada al riesgo de sobrepesca de crecimiento o de reclutamiento es alta.

En los últimos años las estimaciones de biomasa han incrementado y el nivel de escape proporcional se ha mantenido por arriba del 40% , provocando que se le de a esta pesquería el estatus de *pesquería en desarrollo*. No obstante, esta condición lleva el riesgo implícito de la variabilidad del recurso, tanto por sus movimientos migratorios como por el tamaño de cada nuevo reclutamiento.

PERSPECTIVAS

Estrategia de manejo

El patrón de reclutamiento, como en la mayoría de las pesquerías de cefalópodos, es altamente incierto; esto es, imprevisible, y es la principal fuente de incertidumbre para la toma de decisiones acerca de manejo en esta pesquería, ya que cualquier cambio del reclutamiento, sea en el tiempo o en la intensidad del mismo, llevan implícita la duración de la temporada de pesca en la cual se debe alcanzar el punto de referencia biológico (PRB) objetivo. El reclutamiento a la pesquería tiene la característica de incorporar individuos que están activos a la reproducción (en el proceso de inmigración de una cohorte adulta), por lo cual, el uso de tallas mínimas en la pesquería no sería una medida de control eficiente.

Otros aspectos importantes relacionados directamente con la explotación de *D. gigas* se refieren a la insuficiente capacidad instalada de descarga e industrialización del producto, así como al suministro de insumos para la misma, tales como elaboración de hielo (importante en la conservación del producto), siendo una fuerte limitante para la operación masiva de las embarcaciones con licencia. Esta situación puede conducir a una subutilización del recurso, o bien, a generar, en sentido opuesto, un proceso de sobrecapitalización de la pesca del calamar gigante, riesgo demasiado alto para una pesquería con importantes fluctuaciones en disponibilidad (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997). Esta misma situación motiva a que la *CPUE* no siempre sea un buen indicador de la abundancia relativa del calamar.

Por otro lado, sería favorable para el manejo del recurso, que el permiso de pesca se autorice por panga o embarcación, esto permitiría tener un mejor control del esfuerzo pesquero y la vigilancia sería mas eficiente, pues cada panga traería su documentación.

Campos de colaboración

Actualmente se realizan reuniones en las que participa el sector social (pescadores), el privado (industriales), Jefes de oficina de Pesca, el Presidente Municipal de Santa Rosalía, B.C.S., el Instituto Nacional de la Pesca (INP) a través del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de La Paz, B.C.S., así como autoridades correspondientes, que forman parte del Subcomité Mixto de Pesca y Recursos pesqueros del Municipio de Mulegé, B.C.S. También se ha implementado el Comité Estatal Sistema Producto de Calamar promovido por la CONAPESCA que tiene como objetivo obtener valor agregado del calamar, que por muchos años ha sido solo materia prima para el Oriente. En Sonora, continúan las reuniones bimensuales de los diferentes sectores involucrados en la pesquería del calamar en Guaymas, donde participan los miembros de la Cámara Nacional de la Industria Acuícola y Pesquera (CANAINPESCA) sección calamar, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Unidad Guaymas; Subdelegados de pesca, Jefes de Oficina de Pesca, los Directores de los CRIP, Investigadores de los mismos y otros sectores interesados en esta pesquería.

Estas reuniones tienen como objetivo mostrar los avances en las diferentes líneas de investigación de *D. gigas*, y al mismo tiempo constituyen un foro abierto para discutir problemas y soluciones referentes al estado de salud del recurso en tiempo real.

El Instituto Nacional de la Pesca a través de sus CRIP's ha establecido convenios de cooperación con diferentes instituciones de investigación (CICIMAR, UABCS, CIBNOR- Unidad Guaymas, UNAM y CICESE), en los cuales se pretende abordar de manera conjunta y complementaria aspectos que permitan conocer mejor la biología básica del recurso, así como la dinámica de su población dentro del Golfo de California.

Todo este esfuerzo se desarrolla con el fin de obtener información de diferentes aspectos de la biología y pesquería del calamar que permitan una mejor administración del recurso.

Líneas de investigación

Además de la investigación que se hace, actualmente en el recurso calamar gigante, son necesarios estudios tales como:

Estudios bio-económicos ya que en la variación de la captura influyen factores como el precio del producto y la capacidad de procesamiento del recurso en las plantas industriales. Esto complica fuertemente las tareas de evaluación de la pesquería y en consecuencia el manejo.

Describir los movimientos migratorios de la especie, dentro y fuera del Golfo de California, así como en los litorales de otros países donde se distribuye, pues de esto depende la disponibilidad del recurso a la pesquería (estudios de marcado y recaptura).

Estimación de biomasa mediante eco-integración.

Efectuar análisis histológicos que incluyan la época de invierno para completar las fases de madurez identificadas y establecer una escala de madurez gonádica particular para el calamar gigante.

Estimar parámetros biológicos como mortalidad natural y fecundidad por clase de edad.

Continuar con el monitoreo de la pesquería de calamar gigante (*D. gigas*), en la zonas de pesca. Los cambios repentinos en la *CPUE* no son un atributo de recursos cuya explotación está basada en una sola cohorte o generación anual. La alta variación de la CPUE ha sido observada, principalmente, en la zona de Santa Rosalía, B.C.S. y hay evidencias de la presencia de tres cohortes. Es necesario definir claramente la estructura de la población y sus cambios en el tiempo y valorar la implementación de medidas de manejo particulares para esta zona.

Localizar zonas de reproducción y establecer un modelo del ciclo de vida.

Evaluar las medidas de manejo del calamar gigante a través de un enfoque basado en el ecosistema utilizando modelos tróficos.

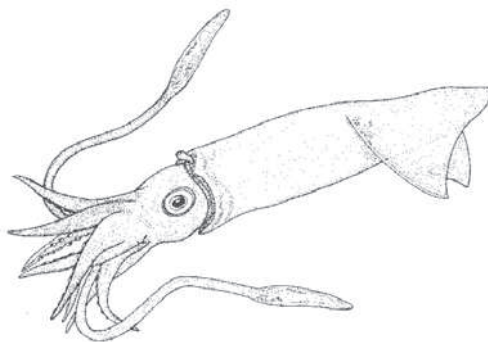
Aunque el efecto del clima se ha sugerido que afecta al calamar gigante, no existen datos concluyentes, sino solo suposiciones empíricas. Al parecer el recurso rompe clinales térmicos de manera rápida, y su distribución no está limitada por esa variable física. Es necesario entender mejor cómo estos cambios ambientales (abióticos y bióticos) afectan a este recurso, e incluir explícitamente este conocimiento en el manejo.

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. 1996. Catchability a key parameter for fish stocks assessment. *Rev. Fish Biol. Fish.* 6, 221-242.
- Beddington, J.R., A.A. Rosenberg, J.A. Crombie, G.P. Kirkwood. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin squid fishery in Falkland Island waters. *Fish. Res.* 8, 351-365.
- Caswell, H. 1989. *Matriz population models: construction, análisis and interpretation*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. 328p.
- De la Rosa, M., J. T. Silva, V. M. García-Tirado, S. García-Peña. 1992. El calamar una pesquería en desarrollo. Centro Regional de Investigación Pesquera Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. La Paz, Baja California Sur, México. 45p
- Díaz-Uribe, J.G., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, S. Martínez-Aguilar. M.C. Suárez-Higuera, A. Hernández-López. 2005. Validación histológica de los estadios de madurez gonádica del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*. Número Especial Mar de Cortés. Eds. J.M. Grijalva-Chon, C.C. Juárez-Olvera., A. Varela-Romero. (en prensa).
- Ehrhardt, N.M., A. Solís-Nava, P.S. Jacquemin, J. Ortiz-Cobos, P. Ulloa-Ramírez, G. González-Dávila, F. García-Badillo. 1986. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera*. 5, 63-76.

- Ehrhardt, N.M., P.S. Jaquemin, B.F. García, D.G. González, B.J.M. López, C.J. Ortiz, N.A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid Dosidicus gigas in the Gulf of California, Mexico. In: J.F. Caddy (ed.), Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap. 231, 306-340.
- Ehrhardt N. M., P. S. Jacquemin, G. González-Dávila, P. Ulloa-Ramírez, F. García-Badillo, J. Ortiz-Cobos, A. Solís-Nava. 1982. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera. 3, 41-60.
- Gould, W. R., K.M. Pollock. 1997. Catch-effort maximum likelihood estimation of important population parameters. Can. J. of Fish. and Aquat. Sci.. 54, 890-897.
- Gould, W. R., L.A. Stefanski, K.M. Pollock. 1997. Effect of measurement error on catch-effort estimation. Can. J. of Fish. and Aquat. Sci. 54, 898-906.
- Guzmán-Vizcarra, E. 2000. Descripción de captura, proceso en planta u alternativas de presentación de productos pesqueros de Baja California Sur. Secretaría de Promoción y desarrollo económico. Subsecretaría de Fomento agropecuario y Pesquero. Dirección de fomento pesquero. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Sistema Nacional de Investigadores del Mar de Cortés (SIMAC). La Paz, Baja California Sur, México. 194p.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojorquez, M.A. Cisneros-Mata, M. O. Nevárez-Martínez, G.I. Rivera-Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. Calif. Coop. Fish. Invest. Rep. 39, 212-218.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales, M.O. Nevárez, A. Balmori, G. I. Rivera. 1996. Distribución de tallas y aspectos reproductivos del calamar gigante (Dosidicus gigas, D'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. Ciencia Pesquera. 12, 85-89.
- Hilborn, R., C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York. 570 p.
- INP. 2001. Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. SAGARPA. 1111 pag.
- Lipinski, M.R., L.G. Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: quantum or continuum?. S. Afr. J. Mar. Sci. 5, 207-223.
- Markaida, U., O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid Dosidicus gigas in the Gulf of California, 1995-1997. Fish. Res. 54, 63-82.
- Martínez-Aguilar S., E. Morales-Bojórquez, J.D. Díaz-Urbe, M.C. Suárez-Higuera, A. Hernández-Herrera. 2004. La pesquería del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California. Recomendaciones de Investigación y Tácticas de regulación. Instituto Nacional de la Pesca. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 70p
- Martínez-Aguilar S., J.G. Díaz-Urbe. 2005. Informe Final de Investigación de la pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) del Golfo de California. Temporada de pesca 2004. Documento Interno. SAGARPA-Instituto Nacional Centro Regional de Investigación pesquera-La Paz. B.C.S. 35 p.
- Michel, E., A. Klett, R.I. Ochoa. 1986. Estudio preliminar para la determinación de madurez gonádica del calamar gigante Dosidicus gigas (D'Orbigny 1835). Ciencia Pesquera (5): 77-89.
- Morales-Bojórquez, E., A. Hernández-Herrera, M. O. Nevárez-Martínez, A. J. Díaz De León, G. I. Rivera, A. Ramos. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (Dosidicus gigas) en las costas de Sonora, México. Océánides. 12:2, 90-96.
- Morales-Bojórquez, E., M.A. Cisneros-Mata, M.O. Nevárez-Martínez, A. Hernández-Herrera. 2001a. Review of stock assessment and fishery biology of Dosidicus gigas in the Gulf of California, Mexico. Fisheries Research. 54, 83-94.

- Morales-Bojórquez, E., S. Martínez-Aguilar, F. Arreguín-Sánchez, M.O. Nevárez-Martínez. 2001b. Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (Dosidicus gigas) in the Gulf of California, Mexico. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Prog. Rep. 42, 167-171.
- Nesis, K. N. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, Dosidicus gigas. Oceanology. 10, 108-118.
- Nevárez-Martínez, M.O. y E. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso del punto de referencia biológico $F_{\%BR}$ para la explotación del calamar gigante, Dosidicus gigas, del Golfo de California. Océanides. 12:2, 97-105.
- Pierce, G.J., A. Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. Fish. Res. 21, 255-285.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382 p.
- Rosenberg, A.A., G.P. Kirkwood, J.A. Crombie, J. R. Beddington. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. Fish. Res. 8:,335-350.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca 2002. Comisión nacional de acuicultura y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuicultura. 266p.
- Sauer, W.H., M.R. Lipinski. 1990. Histological validation of morphological stages of sexual maturity in chokker squid Loligo vulgaris reynaudii D'Orb (Cephalopoda: Loliginidae). S. Afr. J. Mar. Sci. 9, 189-200.
- Shepherd, J.G. 1987. Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length compositions. In. Length-based methods in fisheries research. D. Pauly and G.R. Morgan eds. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila Philippines and Kuwait Institute for Scientific Research. Safat, Kuwait. ICLARM conference proceedings 13, 468p.
- Tafur, R., P. Villegas, M. Rabí, C. Yamashiro. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid Dosidicus gigas (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. Fish. Res. 54, 33-50.
- Tafur, R., M. Rabí. 1997. Reproduction of the jumbo squid, Dosidicus gigas (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts. Scientia Marina. 61 (Supl. 2), 33-37.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería del Erizo
La pesquería del Erizo
La pesquería del Erizo

Erizo

de mar

Erizo

Erizo

Erizo

Erizo

Erizo

Erizo

BREVIARIO

Erizo de mar
Especie: Erizo rojo (<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>) • Especie densodependiente susceptible a cambios climáticos. • Pesquería artesanal cuya distribución en parches está estrechamente vinculada a las áreas de alimentación del erizo. • Producto de exportación con altos precios en el mercado asiático. Genera un promedio de 7 millones de USD. anuales. • México es el 5o. productor mundial. • Programa conjunto de repoblamiento entre el sector productivo e instituciones académicas y gubernamentales.
Tendencia de la captura: Captura 1999: 1,806 t.: 22% con respecto al máximo histórico (1989).
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: Dinámico de biomasa con anomalías térmicas
Estado de la Pesquería: En deterioro
Medidas de manejo: Veda temporal, cuota de patura por región, talla mínima, control del esfuerzo pesquero por número de permisos (NOM-007-PESC-1993).
Objetivo de las medidas: Alcanzar el 50% del nivel de la biomasa virgen



La Pesquería de Erizo de mar

Julio Palleiro Nayar,
David Aguilar Montero
y Lourdes Salgado Rogel

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada
Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5. C.P. 22760
Ensenada, B.C., México

LA PESQUERÍA

Importancia

La pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* tiene una gran importancia socioeconómica en Baja California, como generadora de empleo registrándose en la temporada 2004-2005 un total de 1,600 personas entre pescadores y empleados de planta de proceso y una entrada de divisas al exportar la totalidad de su producción de gónada de erizo, por un valor aproximado a 4 de millones de dólares.

La gónada de erizo es exportada al mercado Japonés, vía Estados Unidos de América. El mercado Japonés compró en 2002 un total de 11,926 t de gónada de erizo con un valor de aproximadamente 60 millones de dólares (NMFS, 2003), exportado por varios países principalmente por Chile, Estados Unidos de América, Canadá, Rusia, Corea y China. México solo exportó 171 t de gónada de erizo contribuyendo con el 1.43 % de la importación total de de erizo a Japón.

Los primeros intentos de explotación de erizo de mar fueron hechos a finales de la década de lo 60's por una compañía japonesa, pero fue hasta 1972 cuando se inicia la explotación a nivel comercial con una captura de 93 toneladas de peso entero (Malagrino 1972) la pesquería inició únicamente sobre el erizo rojo y a partir de 1991 el erizo morado *S. purpuratus* se incorporó a las capturas comerciales con registros de 300 a (Palleiro *et al.* 1986).



Figura 1. Distribución de erizo y zonas de pesca en Baja California

Biología

El erizo es un organismo dioico, que no presenta dimorfismo sexual, su aparato reproductor está constituido por cinco gónadas, unidas por mesenterios en la parte interna del caparazón. La época de desove en Baja California ocurre de febrero a mayo y la talla de primera madurez se alcanza a la talla de 50 a 60 mm (Ruiz *et al.* 1987; Urías 1994).

Las poblaciones de erizo rojo y morado se distribuyen en parches desde Alaska, E.U.A. hasta Isla Natividad, B.C.S. México (Fig. 1).

Los gametos son expulsados al medio en donde ocurre la fecundación, después de doce horas se presenta el estado de blástula, la cual se dirige a la superficie en donde ocurre el paso a gástrula y a larva llamada equinopluteos, esta larva es bilateral y no tiene ningún parecido con el erizo. La larva se transforma en pluteus en aproximadamente 90 horas, presentando cuatro y luego ocho brazos con bandas de cilios que son usados como locomoción y para colectar alimento del fitoplancton (Martínez 1994; Reyes 2002).

La permanencia de la larva en el plancton es de uno a dos meses (Lawrance 2001). El reclutamiento es muy variable dependiendo de patrones oceanográficos (Bostford *et al.* 1993; Morgan *et al.* 2000) Los adultos juegan un papel muy importante al brindar protección contra depredadores a juveniles menores de 50 mm (Tegner 1981; Sloan *et al.* 1987).

El erizo morado compite por espacio y alimento con el erizo rojo (Kato y Schroeter 1985; Schroeter *et al.* 1992). La pesca comercial de erizo se ha ejercido con mayor presión sobre el rojo y la reducción de los principales depredadores de erizo (langosta, peces, cangrejos y estrellas por la pesca comercial) presumiblemente ha traído como consecuencia que el erizo morado haya modificado su área de distribución y su abundancia de la zona entre mareas hacia zonas más profundas, que eran ocupadas anteriormente por erizo rojo (Palleiro *et al.* 2004). Estudios realizados por personal del Proyecto Erizo del CRIP Ensenada en el 2001 y 2003 registran densidades altas de erizo morado de 8 a 16 erizos m⁻² a 20 m de profundidad en comparación de 0.001 erizo morado en 1980 a la misma profundidad (Salgado-Rogel *et al.* 2002; Palleiro *et al.* 2004).

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La captura se realiza mediante buceo semi-autónomo (compresor de aire) en embarcaciones de 5-7 m de eslora, impulsada por un motor fuera de borda, para su pesca participan tres personas un motorista, cabo de vida y buzo.

La colecta de erizo rojo y morado es manual, el buzo observa la calidad de la gónada, abriendo algunos individuos, si el color y el tamaño no son los adecuados busca otro sitio.

Participan permisionarios y concesionarios distribuidos desde Islotes Coronados en la línea divisoria con EUA a San Carlos, B.C. distribuidos en cuatro zonas de pesca (450 Km. de línea de costa).

En la temporada 2004-05 se registraron 37 permisionarios y concesionarios autorizados para la extracción de erizo rojo con un total de 264 equipos de pesca (Tabla 1). De los 264 equipos autorizados para la extracción de erizo rojo 125 equipos también contaron con permiso para la extracción de erizo morado en las mismas áreas geográficas. (Es importante destacar que cada permisionario o concesionario cuenta con un área geográfica para realizar las operaciones de pesca)

Tabla 1. Participantes en la captura de erizo en Baja California y equipos de pesca autorizados para cada especie para la temporada 2004-2005.

Participantes	Número	Equipos para Erizo rojo	Equipos para Erizo morado
Cooperativas	2	40	3
Asociaciones ejidales	26	216	103
Empresas	2	9	9
Personas físicas	7	32	10
Total	37	264	125

Tendencias históricas de erizo rojo

En 1972 inició la captura comercial de erizo rojo, en 1979 presentó su primer repunte con 5,700 ton de peso entero. El período de decremento en 1980-83 se atribuyó a la baja disponibilidad del recurso y al impacto del El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) que ocurrió durante 1982-1983 (Palleiro-Nayar *et al.* 1996). La captura se incrementó en 1986 con 8,500 t. Un tercer repunte se dio en 1989 con 5,500 t para posteriormente disminuir nuevamente en 1998 a 806 t, como consecuencia de ENOS de 1997-1998. En la última temporada de pesca 2003-2004 la captura fue de 1,645 t de peso entero de erizo rojo (Fig. 2).

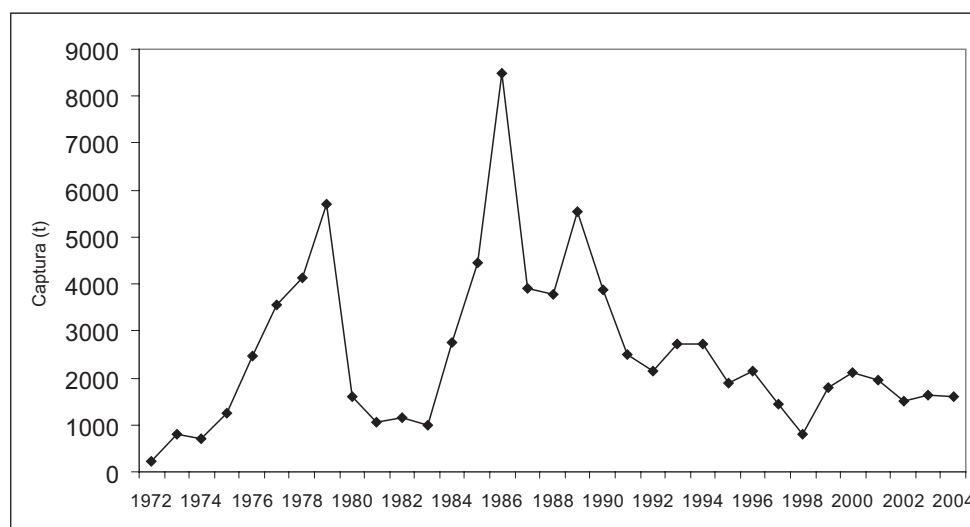


Figura 2. Captura comercial de erizo rojo de 1972 a 2004 en Baja California.

Para la pesca de erizo rojo en la entidad de Baja California, se contaba en 1979 con 110 equipos, disminuyendo en el periodo 1980-1985, pero se duplico 1985 con 220 equipos e incrementándose hasta 320 en 1988. En las últimas tres temporadas la flota de pesca fue entre 290 y 264 equipos (Fig. 3).

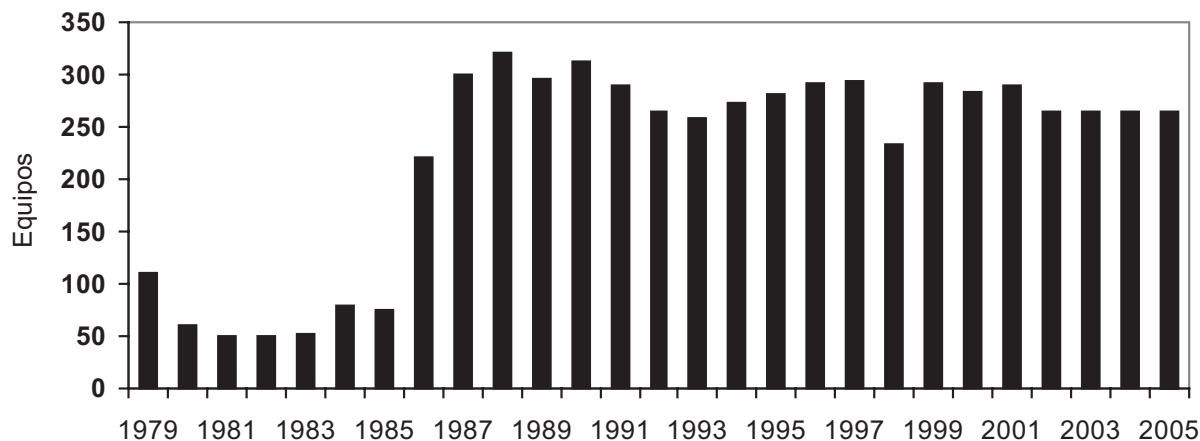


Figura. 3. Equipos registrados para la captura de erizo rojo de 1979 a 2005 en Baja California

Esfuerzo y Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

El esfuerzo en viajes de pesca para toda la flota, ha fluctuado entre 8,274 a 19,235 viajes (Fig. 4). La reducción del esfuerzo en las temporadas 91-92 y 98-99 fue por encontrarse las gónadas de erizo con bajo rendimiento (por la falta de alimento) atribuible al impacto de El NIÑO en la comunidad de macroalgas (Palleiro *et al.*, 2003).

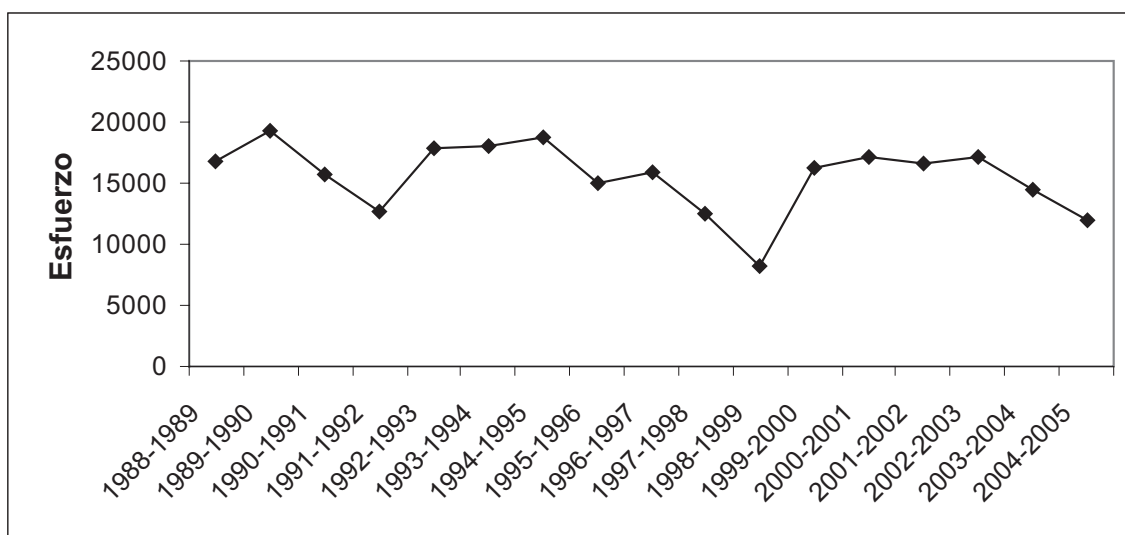


Figura 4. Esfuerzo (mareas ó viaje de pesca) para la captura de erizo rojo de 1988 a 2005 para Baja California.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para todas las áreas de captura de erizo rojo, ha tenido un decremento drástico de 309 kg viaje⁻¹ en la temporada 1988-1989 a 133 kg viaje⁻¹ en la temporada 2004-2005 (Fig. 5).

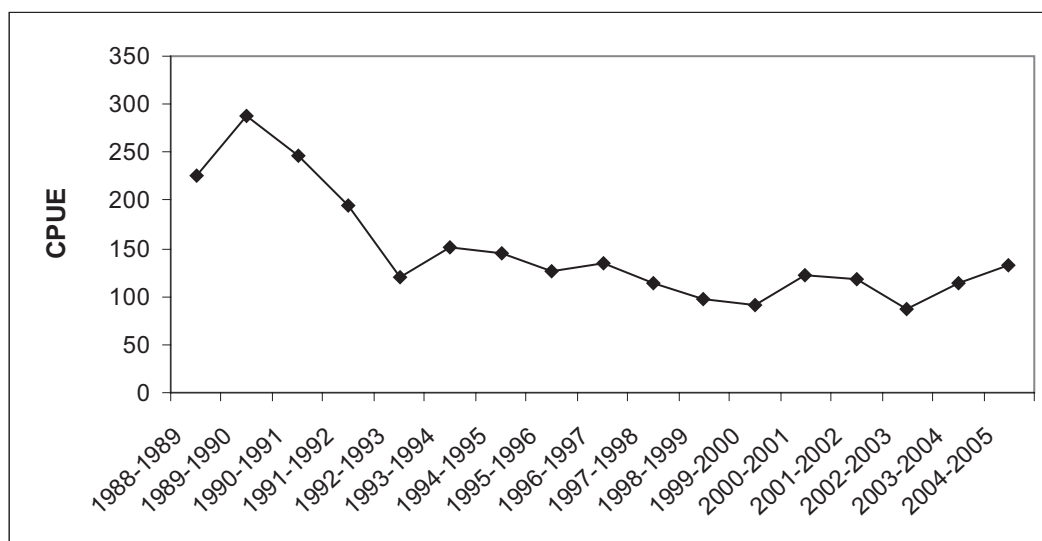


Figura 5. **Captura por unidad de esfuerzo (kg/viaje) de erizo rojo durante las temporadas 1988-1989 a 2004-2005 para Baja California.**

No existe pesca incidental debido a que la extracción del erizo es manual. No se permite las bombas de succión.

Interacción con otras pesquerías.

Algunos productores cuentan con permisos para captura de erizo morado *S. purpuratus* y pepino de mar *Parastichopus parvimensis*, en sus mismas áreas de captura.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera.

Durante 2004 operaron 14 plantas procesadoras de gónada de erizo en el Estado de Baja California, las cuales se ubican: 6 en Ensenada, 5 en El Rosario, 3 en el Valle de San Quintín

El número de empleos directos de la pesquería fluctúa entre 1,600 a 2,000 entre pescadores y empleados de las plantas procesadoras.

La generación de divisas en las últimas cinco temporadas fluctúa entre 4 a 5 millones de dólares.

MANEJO

Medidas administrativas

La pesquería del erizo rojo esta reglamentada por la NOM 007-PESC-1993, que establece lo siguiente:

- 1.- El método de extracción autorizado es por medio de buceo.
- 2.- La talla mínima legal de 80 mm de diámetro de caparazón.
- 3.- Época de veda de marzo a junio de cada año
- 4.- Recepción de erizo entero en la planta de proceso
- 5.- Entrega de bitácora diaria de pesca.

Desde 1996 funciona el Subcomité de Erizo que es un órgano de consulta en el cual participan instituciones académicas, autoridades y los pescadores, en donde se discuten la situación del recurso y se instrumentan acciones para mantener una pesca sustentable, algunas disposiciones han sido días de no pesca, cuota diaria de captura y cierre temporal de áreas de extracción.

Análisis Cuantitativo

Se cuenta con registros de captura de 1972 a 2003, esfuerzo en número de viajes de 1988 a 2003, estimaciones de biomasa de los años 1986, 1990, 1995, 1996, 1997 y 2002.

Modelo

Se utilizó el modelo de producción excedente de Schaefer (1954), en su versión dinámica propuesta por Hilborn y Walters (1992) definido como:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t$$

donde:

- B_t = biomasa en el tiempo t
- r = tasa intrínseca de crecimiento
- K = capacidad de carga
- C_t = captura observada al tiempo t

Para estimar los la mejor combinación de los parámetros (r, q, K) se utilizó la función de verosimilitud:

$$L(CPUE_y | r, q, K) = \frac{1}{CPUE_{obs} \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(CPUE_{obs}) - \ln(CPUE_{exp}))^2}{2\sigma^2}}$$

donde:

- $CPUE$ = Captura por unidad de esfuerzo
- $L(CPUE_y | r, q, k)$ = probabilidad de los datos observados de CPUE
dado el valor de los parámetros r, q, k
- σ = Desviación estándar

La desviación estándar se calcula con la siguiente fórmula:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{y=1}^n \ln(CPUE_{obs} | CPUE_{exp})^2}$$

q = coeficiente de capturabilidad que se puede calcular analíticamente mediante la ecuación

$$\hat{q} = \exp\left(\frac{1}{n} \sum \ln\left(\frac{CPUE_t}{\hat{B}}\right)\right)$$

Para fines prácticos se usó el logaritmo negativo de la verosimilitud como la función objetivo que después de eliminar algunas constantes queda como:

$$-\ln L(r, q, K) = (n-1) \ln(\sigma \sqrt{2\pi}) + \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{y=1}^n \ln(CPUE_{obs} | CPUE_{exp})^2$$

Con los datos de CPUE se estimó el mejor ajuste con los parámetros r , q , k observándose en la Fig. 6 los resultados del ajuste.

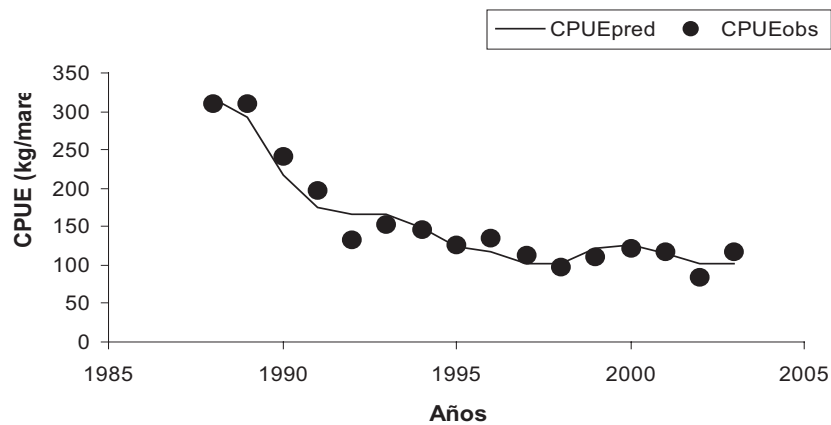


Figura 6. Ajuste en la estimación de los parámetros (r , q y k) utilizados en el modelo de Schaefer para erizo rojo. CPUE observado y CPUE esperado.

El valor más probable para la tasa de crecimiento intrínseca (r) es de 0.47 con un intervalo de confianza de 95 % entre 0.35 a 0.60 (Fig. 7). El valor más probable para la capacidad de carga (k) es de 25,677 t con un intervalo de confianza del 95 % entre 25,000 y 26,500 (Fig. 8).

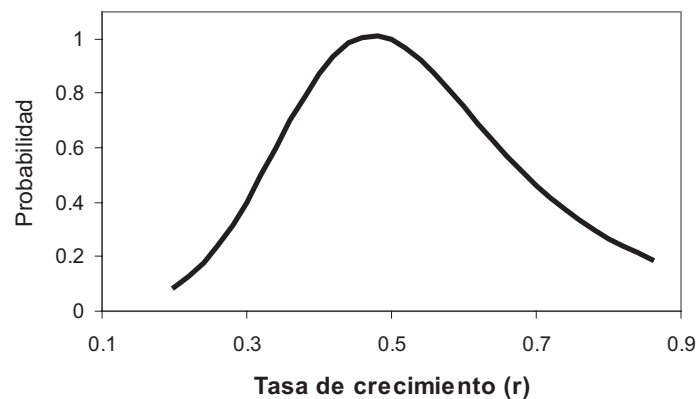


Figura 7. Distribución de probabilidad de la tasa de crecimiento (r) del modelo de Schaefer ajustado con datos de CPUE para la pesquería de erizo rojo.

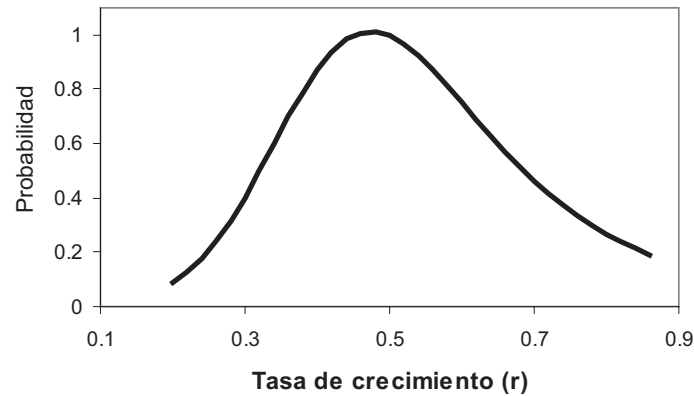


Figura 8. Distribución de probabilidad de la capacidad de carga (k) del modelo de Schaefer ajustado con datos de CPUE para la pesquería de erizo rojo.

Es importante comentar que la capacidad de carga estimada para la pesquería de erizo rojo en Baja California corresponde a la biomasa inicial del año 1972 cuando inició su extracción comercial.

Estado actual de la pesquería de erizo rojo

Si consideramos la estimación de biomasa con el modelo Schaefer ajustado para datos CPUE para la pesquería de erizo rojo desde 1972 a 2004 y se construye una gráfica con la captura de ese mismo periodo (Fig. 9) podemos observar que a partir de los años noventa la diferencia entre la biomasa estimada y la captura se reduce considerablemente y para el 2004 se capturo aproximadamente el 50 % de la biomasa estimada.

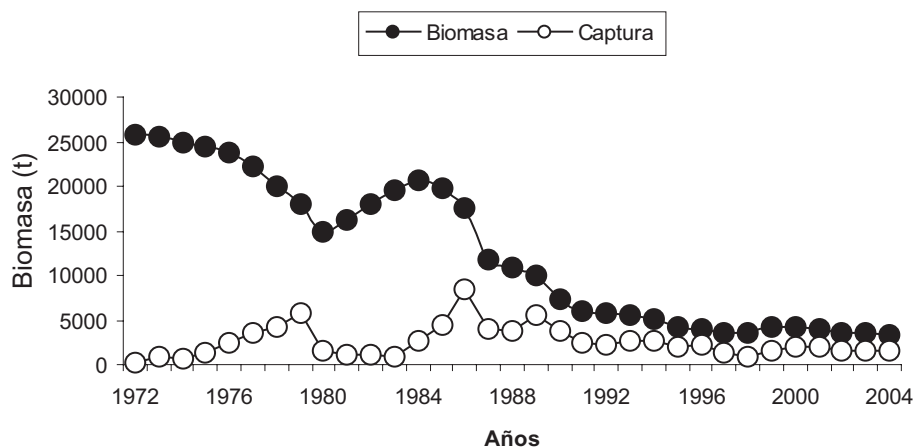


Figura 9. Estimación de la biomasa de erizo rojo con el modelo de Schaefer ajustado con datos de CPUE y captura desde 1972 a 2004.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Se elaboró un Plan de Manejo para la pesquería de erizo rojo y morado el cual contempla las siguientes recomendaciones:

1. Realizar rotación de áreas de cosecha de erizo rojo, dentro de las áreas asignadas bajo permiso o concesionadas.
2. Promover la captura de erizo morado en todas las áreas asignadas bajo permiso o concesionadas ya que este organismo compite por espacio y alimento con el erizo rojo, incrementándose su población hasta los 20 m de profundidad.
3. Respetar la talla mínima de captura (80 mm) y fortalecer la inspección y vigilancia pesquera en las plantas de proceso.
4. Actualmente se cuenta con una flota excesiva para la captura de erizo rojo. Por lo anterior no se deberá incrementar el número de equipos para la pesca en ninguna zona, ya que se encuentra sobre-dimensionado el esfuerzo pesquero. Los permisionarios que se retiren de la pesquería, no deberán ser sustituidos.
5. Otorgar concesiones para la captura de erizo rojo y morado a los permisionarios que han realizado la pesca responsable, analizando su expediente en lo referente a las infracciones a la normatividad pesquera. Lo anterior, debido a que la modalidad de concesión permite el usufructo del recurso por un mayor periodo (10-20 años), lo que debe traer consigo el interés y compromiso de proteger el patrimonio pesquero de la nación.

Si la captura de erizo rojo para los años de 2004 a 2011 fuera igual a la captura registrada en 2003 (1,645 t) la biomasa estimada se incrementaría como se observa en la Figura 10. Estando cerca de llegar a la biomasa del nivel objetivo (la mitad de la biomasa inicial). Esto sugiere la conveniencia de controlar la biomasa extraída por la pesca para los años futuros e incluso la posibilidad de reducirla con respecto a la obtenida en el 2003. con una recuperación potencial más rápida.

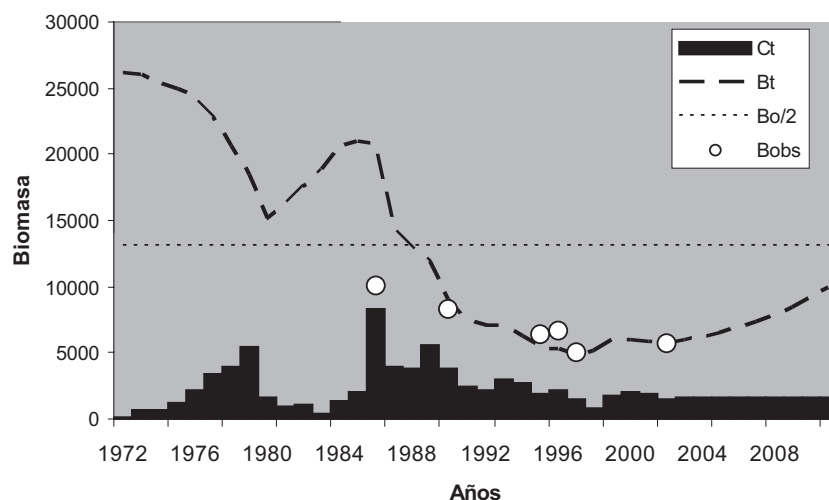


Figura 10. Curva de biomasa estimada con el modelo Schaefer para erizo rojo

Sin embargo, es importante destacar que en muchas ocasiones la cuota de captura no representa un instrumento de control eficaz en las pesquerías, ya que los productores pueden no declarar la captura real con objeto de no alcanzar la cuota establecida y por consiguiente seguir pescando. Por ello resulta necesario instrumentar a corto plazo un esquema co-manejo (o manejo participativo) por área de pesca, donde se motive a los productores a realizar una explotación sustentable del recurso erizo (rojo y morado) de manera sustentable, con un beneficio económico razonable y una protección del hábitat submareal.

Campos de colaboración

Es muy importante contar con estudio de reclutamiento a la población de erizo rojo en Baja California, definir los stocks pesqueros en función de su demografía y de estudios genéticos. Así como identificar las áreas más importantes de reproductores y de juveniles de erizo rojo.

Se requiere realizar estudios de crecimiento y sobrevivencia de erizo rojo en las principales áreas de captura y estudios socioeconómicos de la pesquería, que permitan contar con mayores elementos en la toma de decisiones para las autoridades pesqueras.

REFERENCIAS

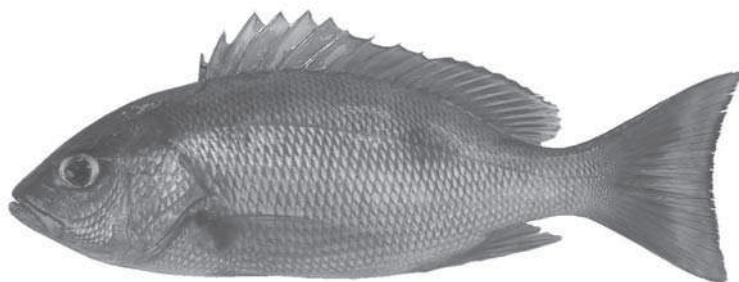
- Bernard, F. R. and D.C.Miller.1973. Preliminary investigation on the red sea urchin resources of B.C. *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz) . Fish.Res.Bd.Canada Technical Report No. 400.
- Botsford, L.W., .F. Quinn, S.R. Wing, and J.G. Brittnacher. 1993. Rotating spatial harvest of a benthic invertebrate, the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus* . Managment of exploteid fish. Alaska Sea Grant. 409-427.
- Botsford, L.W. & J.F. Quinn. 1994. Spatial management of the northern California red sea urchin fishery. University of California, Davis. R/F-150, 4 p.
- Cañedo-López, Y., M. Dreyfus & A. Cota. 1999. Aplicación de un modelo bioeconómico a la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus*, de la costa noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas. 25(3): 325-344.
- Cota, V.A., A. Aguilar, M. Romero, R. Solana & F. Uribe. 1997. Análisis de la administración del erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y del erizo morado (*S. purpuratus*) en la costa noroccidental de Baja California. CRIP Ensenada. Informe Técnico. Instituto Nacional de la Pesca. Inédito.
- Cox, K.W. 1962. California abalones, family Haliotidae. Calif. Fish. And Game. Fish. Bull. 118: 1-133.
- Dayton, P.K., & M. Tegner. 1984. Catastrophic storms, El Niño, and patch stability in a southern California kelp community. Science. 224(4646):283-285.

- Ebert, T.A. 1968. Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion. *Ecol.* 1075-1091.
- Farías, J.A. 1980. Observaciones preliminares de una población de erizos *Strongylocentrotus franciscanus* (Echinodermata: Echinoidea) en Baja California. Tesis de Licenciatura, UCM, UABC, Ensenada, B. C. México.
- Kato, S. 1972. Sea urchin: A new fishery develops in California. *Mar. Fish. Rev.* 34 (9/10): 23-30.
- Kato, S & S. C. Schroeter. 1985. Biology of the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, and its fishery in California. *Mar. Fish. Rev.* 47(3): pp. 1-19.
- Kim, A.M.T. 2001. Uso alternativo de dietas formuladas en la alimentación de juveniles de erizo morado *Strongylocentrotus purpuratus*. Tesis. Universidad Autonoma de baja California México.
- Malagrino, L. G. 1972. Extracción y preservación de las gónadas de erizo. Unidad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Tesis profesional. 79 p.
- Moctezuma, M., F., J. Palleiro & E. Vázquez. 1981. Avance de las investigaciones sobre la pesquería del erizo de mar en Baja California. Centro de Investigaciones Pesqueras. Ensenada. Secretaría de Pesca. Inédito.
- Mottet, M.C. 1976. The fishery biology of the sea urchin in the family Strongylocentrotidae. Washington Department Fisheries Technical Report. 20, 66 p.
- Palleiro N.J., M. Moctezuma. 1980. Estimación de la densidad del erizo rojo en Baja California. Informe Técnico interno. CRIP INP. Ensenada, B.C.
- Palleiro-Nayar, J. 1982. Estimación de la densidad y crecimiento del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz) para la zona de Santo Tomás, Baja California, México. U.A.B.C. Escuela de Ciencias Marinas. Tesis Profesional. 68 p.
- Palleiro-Nayar, J. 1987. Biología del erizo rojo *S. franciscanus* y su pesquería en Baja California. Proyecto: Erizo de mar. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Ensenada, B. C. Instituto Nacional de la Pesca. Inédito. 15 p.
- Palleiro Nayar, J.S., A. Lelevier Grijalva, M. Navarrete Gutierrez, y J.M. Romero Martínez. 1988. Biología del erizo de rojo *S. franciscanus* y su pesquería en Baja California, México. Los Recursos Pesqueros del País. XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. Secretaria de Pesca 52-70.
- Palleiro-Nayar, J., M.D. Aguilar & J.M. Romero. 1991. La pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, México. Taller México Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California. Instituto Nacional de la Pesca. pp. 81-89.
- Palleiro Nayar, J.S., D. Aguilar Montero., y J.M. Romero Martínez. (1996). La pesquería del Erizo de Mar en Baja California, México. Las Pesquerías Relevantes de México. XXX Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP 313-335.
- Palleiro N.J., Salgado-Rogel M.L., Aguilar M.D., Romero J.M. Martínez G. F. 2002. Análisis de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa noroccidental de México durante dos décadas de extracción constante y su dictamen para la temporada 2002-2003. Informe de Investigación. INP-CRIP Ensenada., 12 pp.
- Palleiro Nayar, J.S., M.L. Salgado Rogel, D. Aguilar Montero., y J.M. Romero Martínez. 2003. Análisis de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa noroccidental de Baja California. INPESCA (1): 40-45
- Palleiro Nayar, J.S., 2004. Dinámica de la población de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* sujeta a extracción comercial en Baja California. Tesis de Maestría en Ecología marina. CICESE 74 pp.

- Ramírez-Félix, E. 2001. Análisis de la extracción de erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) según especie clave y conectividad en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*. (14): 19-22.
- Ramírez-Félix, E. 1997. La concesión para explotación pesquera y su efecto en el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*, A. Agassiz, 1863) en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California. Tesis de Maestría, FCM, UABC, Ensenada, B. C. México. 102 p.
- Salas, A y Pares G. 2000. Dietary treatments in the larvae of the sea urching *Strongylocentrotus purpuratus* and their impact on metamorphosis (abstract). *Aqua. Ame*. New Orleans, Louisiana, USA.
- Salgado-Rogel M.L., D. Aguilar M., J.M. Romero y M., F.J Martínez G. 2001. La pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* de Baja California, México: Dictamen técnico para la apertura de su temporada 2001-2002. Instituto Nacional de la Pesca-Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada. Informe Técnico Interno. Proyecto Erizo de Mar junio de 2001. Ensenada, B.C. 21pp.
- Salgado-Rogel, M.L., J.S. Palleiro, D. Aguilar. 2003. Estudio comparativo de la abundancia de erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) en la costa noroccidental de la Península de Baja California. *INPESCA Vol. 1* 46-53.
- Schroeter, S., J. Dixon, T. Ebert & J. Richards. 1992. Urchins settlement patterns. pp. 9. En: C.M. Dewees (ed.). The management and enhancement of sea urchins and other kelp bed resources: A Pacific rim perspective. California Sea Grant. 43 p.
- Tapia, O.M. 1986. Informe de los resultados obtenidos sobre la determinación de madurez gonadal en *Strongylocentrotus franciscanus*, durante el ciclo anual de enero de 1984 a enero de 1985 en Punta San Miguel. CRIP Ensenada. Instituto Nacional de la Pesca. Inédito.
- Tegner, M.J. 1980. Multispecies considerations of resource management in southern California kelp beds. *Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci. Rep.* 954:125-143.
- Tegner, M.J. 1989. The feasibility of enhancing red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, stocks in California: An analysis of the options. *Mar. Fish. Rev.* 51(2):1-22.
- Tegner, M.J. & P.K. Dayton. 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins: *Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*, in a kelp forest near San Diego, California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5:255-268.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



Pesquería de Huachinango
 Pesquería de Huachinango
 Pesquería de Huachinango

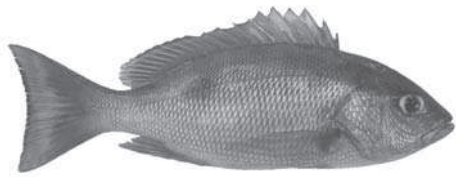
Huachinango
 del Pacífico
 Sur

Huachinango
 Huachinango
 Huachinango
 Huachinango
 Huachinango

Huachinango

BREVIARIO

Huachinango del Pacífico Sur	
Especie:	Huachinango del Pacífico, red snapper. <i>Lutjanus peru</i> (Pisces: <i>Lutjanidae</i>) • Es la especie objetivo de la pesca ribereña, junto con otras especies de pargos. • La captura se realiza en una franja costera de 15 millas de la costa, sobre bajos rocosos, principalmente dentro de las bahías. • Los métodos de pesca incluyen redes agalleras, líneas y anzuelos y palangre escamero.
Tendencia de la captura:	La captura de 2002 representa el 55% (2,053 t.) del máximo histórico (1992) para los estados del Pacífico Sur.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Modelo de producción excedente, tendencia de la CPUE y de diferencia de retraso (determinístico).
Estado de la Pesquería:	Aprovechada al máximo.
Medidas de manejo:	Para la captura comercial de huachinango y pesca ribereña en general, se requiere de un permiso de pesca de escama.
Objetivo de las medidas:	Regulación y aprovechamiento sustentable del recurso.



Huachinango del Pacífico Sur

**Elaine Espino Barr¹, Daniel Hernández Montaña²
Esteban Cabrera Mancilla³, Rosa María Gutiérrez Zavala³
Heldail Aarón Gil López², Esther Guadalupe Cabral Solís¹
Arturo García Boa¹, Carlos Meléndez
Marcos Puente Gómez¹ y Romero Acosta**

Instituto Nacional de la Pesca
Programa Pesca Ribereña de la Zona Pacífico Centro Sur

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo
Playa Ventanas s/n, Carretera Manzanillo a Campos, C.P. 28200
Manzanillo, Colima

²Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz
Prolongación Playa Abierta s/n, Colonia Miramar, C.P. 70600
Salina Cruz, Oaxaca

³Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur
Oficinas Centrales, Pitágoras 1320 Colonia Santa Cruz Atoyac
Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, Distrito Federal

LA PESQUERÍA

Importancia

La pesca ribereña en las costas de México captura gran variedad de especies de peces, pero el huachinango es la principal u objetivo a la cual se dirige el esfuerzo pesquero, tiene alta demanda en el mercado y por lo tanto le reporta al pescador el mayor ingreso.

Esta actividad pesquera es de carácter multiespecífico, propiedad común en las capturas de la zona tropical, lo cual implica que las capturas estén integradas por una elevada diversidad de especies.

A este respecto, autores como Amezcua-Linares (1985), Pérez-Mellado y Findley (1985) y van der Heiden (1985), señalan que al menos 300 especies son capturadas en las redes camaroneras en la zona entre el Sur del Golfo de California y Guerrero. Amezcua-Linares (1996) anota que la comunidad de peces demersales en la plataforma del Pacífico Central está integrada por al menos 290 especies. Madrid *et al.* (1989) reconocieron que cerca de 250 especies son capturadas por las pesquerías ribereñas de Mazatlán, Sin. y la costa de Michoacán. Madrid *et al.* (1997) citan para la zona del Golfo de Tehuantepec, Oax. a la costa de California, que hay una cantidad cercana a 1,175 especies de peces.

En la costa de Jalisco, Espino-Barr *et al.* (2002, 2004) determinaron la presencia de 115 especies de peces capturadas por la flota artesanal, que pertenecen a 39 familias y que son descargadas en 5 diferentes zonas de acopio. Las familias más importantes identificadas son Serranidae, Scombridae, Scianidae, Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae y Balistidae. El grupo de mayor importancia por su valor y abundancia es la familia Lutjanidae.

Para el litoral colimense, se han identificado 109 especies provenientes de la captura comercial (Cruz-Romero *et al.*, 1989 a). De ellas, 20 a 30 son las de mayor importancia, y quedan incluidas en las familias Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Scombridae, Sciaenidae y Serranidae (Espino-Barr *et al.*, 2003). Pérez-Vivar (1995) identificó 203 especies de peces marinos para el litoral de Colima.

En la costa michoacana se han identificado 271 especies de peces marinos, de las cuales aproximadamente 55 tienen un valor comercial y otras tantas se aprovechan localmente (Hernández-Montaño *et al.*, 2002). También se encuentran 46 especies de crustáceos de los que se aprovechan comercialmente 5, y 70 especies de moluscos, de los cuales se aprovechan 5 comercialmente. Las principales zonas de captura de huachinango son Lázaro Cárdenas, Las Peñas, Caletilla, el Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Tizupan, El Faro y Boca de Apiza.

En la costa de Guerrero la pesca de ribera está conformada por 53 especies de escama y 13 especies de peces en sus lagunas costeras, agrupadas en 21 familias, destacando nueve de escama marina: Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Mullidae, Holocentridae, Scombridae, Sciaenidae, Balistidae y Serranidae. Las principales zonas de captura se concentran en el norte, Zihuatanejo, Puerto Vicente Guerrero, en el centro Acapulco, y al sur, Bahía de Tecoaapa y Punta Maldonado, esta última se destaca por presentar las mejores capturas, tanto en talla como en producción (Cabrera-Mancilla y Gutiérrez-Zavala, 2004).

La pesca ribereña de Oaxaca tiene un componente importante que proviene de las lagunas costeras, sin embargo en la costa hay una actividad que captura importantes volúmenes de pargos y huachinango. Las principales zonas de su captura están comprendidas desde Salina Cruz a Corralero, en los límites con el estado de Guerrero. En Oaxaca, se encontraron aproximadamente 59 nombres comunes identificándose a 33 especies, que corresponden a 22 familias; de las cuales las de mayor presencia son: Scombridae, Mugilidae, Lutjanidae, Carangidae y Centropomidae (Alvarez-López *et al.*, 2002) así mismo, en Chiapas se identificaron taxonómicamente a 23 especies que corresponden a 16 familias.

De acuerdo con las estadísticas oficiales, la producción de huachinango, en el ámbito nacional, ha oscilado entre 4,000 toneladas y 11,617 t, en los últimos 20 años (Tabla 1). Durante 2002, en los estados de Oaxaca, Jalisco, Guerrero, Michoacán y Colima, el huachinango ocupó el segundo, cuarto, quinto, sexto y séptimo lugar con volúmenes de 872, 403, 355, 298 y 130 t respectivamente.

Con respecto al valor económico, la captura de huachinango para 2002 significó un ingreso del orden de \$6'132,000 MN en Colima, ya que la tonelada se cotizó aproximadamente a \$42,000.00 MN. En Jalisco el ingreso calculado fue de \$5'733,000 MN, con un precio promedio por tonelada de \$45,000.00 MN. Sin embargo, estos valores pueden variar según la época del año, ya que se manejan precios por demanda.

En Michoacán, el valor del huachinango oscila entre \$42,000 y \$45,000 la tonelada, por lo que en el 2002 el valor de la producción ascendió a \$13'005,000 pesos MN. En Guerrero el valor de la producción según datos del anuario estadístico de 2002 fue de \$10'650,000.00 MN, tomando en cuenta un valor promedio de \$30.00 por kilogramo a pie de playa. Por otro lado, si se consideran los datos de los avisos de arribo, el valor de la producción a pie de playa fue de \$4'686,420.00. En Oaxaca, la tonelada se cotizó en \$35,000 MN, siendo el ingreso para ese mismo año de \$ 30'520,000.00 MN.

Según información recabada de pescadores y permisionarios, poco a poco se le asigna un mejor precio a la captura obtenida con anzuelo, ya que el producto es de mayor calidad que el capturado con red o el descargado de un barco camaronero, siendo este último el de más bajo valor comercial. En todos los estados, los peces denominados de "orden" o "platilleros" (tallas de 20 a 30 cm de longitud total) alcanzan el mayor valor, debido a su demanda para la venta en restaurantes.

BIOLOGÍA

El huachinango y los pargos pertenecen a la familia Lutjanidae, las especies identificadas en la captura comercial son las siguientes: *Lutjanus peru* (huachinango), *L. guttatus* (lunarejo o flamenco), *L. argentiventris* (pargo alazán), *L. novemfasciatus* (pargo mulato o prieto), *L. jordani* (pargo colmillón), *L. colorado* (listoncillo), *L. inermis* (sandía), *L. viridis* (sol de China), *Hoplopagrus guntheri* (tecomate).

El huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), pertenece a la familia Lutjanidae del orden Perciformes. La familia tiene 17 géneros y 103 especies distribuidas principalmente en los mares tropicales (Allen, 1985; Allen y Robertson, 1994). En el Pacífico mexicano se tienen registradas 10 especies, de las cuales 9 se presentan en la captura comercial.

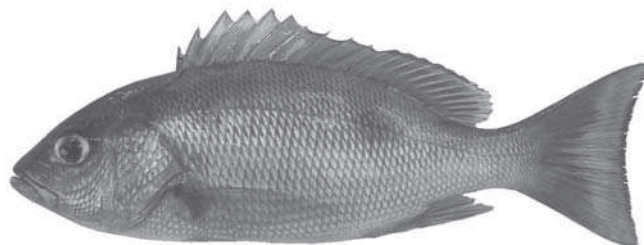


Figura. 1. **Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922)**

Tabla 1.- Producción nacional de huachinango *Lutjanus peru*, en el litoral del Pacífico mexicano y por estado.

Año	Total	Litoral	B.C.	B.C.S.	Son.	Sin.	Nay.	Jal.	Col.	Mich.	Gro.	Oax.	Chis.
1960	1,309								216		46		
1961	1,626						31		264		62		
1962	2,203						28		590		80		
1963	2,736						70		804		183		
1964	3,031						42	6	230		106		
1965	3,969						41	4	323		132		
1966	3,930						3	11	209		109		
1967	5,138						27	14	269		243		
1968	6,130	4,019						21	372		415		
1969	5,190	3,081						8	205		139		
1970	4,347	2,036						38	230		212		
1971	4,906	2,941						97	593		160		
1972	5,310	2,522					30	148	364	6	89		
1973	4,252	1,928					31	309	334	64	187		
1974	4,560	2,449					205	190	287	27	214		
1975	3,847	1,916					105	84	244	3	99		
1976	3,533	2,035					133	157	364	51	363		
1977													
1978				175		974	257	566	436	130	661		
1979							230	434	275	306	811		
1980			177	482	121	535	175	563	531	133	612		
1981							166	2,907	377	199	792		
1982				5,221	30	343	201	2,172	214	124	783		
1983	4,317	1,739		356	23	133	88	255	181	56	364		
1984	8,125	4,677	1	211	43	223	410	2,224	175	152	900		
1985	6,130	2,832	1	589	35	310	307	220	194	138	726	332	
1986	7,569	3,668	3	505	96	402	189	223	299	122	685	1,035	109
1987	7,637	2,998	10	496	28	138	297	721	157	156	589	374	32
1988	6,400	2,749	7	357	10	93	147	732	138	147	589	350	1
1989	6,160	2,863	10	444	20	129	259	532	148	259	571	261	150
1990	8,981	3,703	25	354	46	67	372	988	246	372	696	290	139
1991	9,035	3,547	6	302	33	44	179	1,075	418	179	794	162	38
1992	11,603	4,855		408	40	114	246	663	630	246	1,671	279	215
1993	11,617	4,412		432	218	167	191	512	430	191	1,076	288	290
1994	9,084	4,165	41	719	91	245	215	492	336	215	782	265	298
1995	8,524	3,810	10	655	51	133	268	462	282	268	870	276	198
1996	9,472	4,917	9	880	32	164	330	925	297	330	994	293	321
1997	7,342	3,123	13	624	45	195	278	496	162	278	594	293	108
1998	6,782	3,390	1	789	29	95	263	651	198	263	336	568	85
1999	6,439	2,994	2	633	47	167	552	545	157	208	210	389	84
2000	6,132	3,399	4	1,047	163	249	275	422	243	422	205	523	4
2001	6,104	3,388	2	931	158	163	465	467	153	467	229	530	1
2002	6,299	3,733	3	930	127	118	502	403	130	289	355	872	4

Fuentes: datos de 1960 a 1976 obtenidos de Ramírez (1977), datos de 1978 en adelante obtenidos de los Anuarios estadísticos de Pesca (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002, 2003).

La morfología externa de los lutjánidos coincide en términos generales con los atributos del orden Perciformes, por lo cual se le puede considerar como típicos peces óseos de aletas espinosas. Los más importantes de estos caracteres son la existencia de escamas ctenoideas, la posición de las aletas pectorales inmediatamente por detrás de la cabeza, con las aletas pélvicas por debajo de ellas, internamente, la ausencia de comunicación entre la vejiga gaseosa y el tracto digestivo y la presencia de radios espinosos en las aletas dorsal, anal y pélvicas. Dentro de los perciformes, los pargos y huachinangos se caracterizan principalmente por su dentición, pues poseen dientes en los huesos que conforma el techo de la boca y caninos agrandados en las mandíbulas (Acero y Garzón, 1985).

El ambiente que ocupan los individuos de esta familia es descrito de una manera general por Allen (1985), mencionando que la mayoría de los pargos son especies demersales, especialmente comunes en mares tropicales, pero también subtropicales y templados; desde aguas costeras hasta profundidades considerables, algunas especies viven en estuarios, pudiendo penetrar a los ríos, especialmente en la fase juvenil. El mismo autor señala que *L. peru* vive en arrecifes costeros, frecuentemente en áreas rocosas, hasta por lo menos 80m de profundidad. Amezcua-Linares (1996) la describe como especie costera, que generalmente se encuentra sobre fondos rocosos, en profundidades entre 50 y 90 m. Estas observaciones se ajustan a las condiciones de hábitat observadas en el litoral de Colima, Jalisco y Nayarit, donde se captura esta especie a profundidades de 20 m a 80 m, en las áreas reconocidas como cascajeras, bajos rocosos y también en zonas arenosas, netamente costeras.

La delimitación geográfica de la distribución de los pargos en la costa del Pacífico Oriental se circunscribe a las áreas pesqueras 77 y 87 de FAO (Chirichigno *et al.*, 1982). El área 77 conocida zoogeográficamente como provincia panameña, alberga gran diversidad de especies comunes para México, Centro América, Colombia, Ecuador y Norte de Perú.

Específicamente para *L. peru*, autores como Ramírez y González (1976), Chirichigno *et al.* (1982), Allen (1985), Fischer *et al.* (1995), Amezcua-Linares (1996), De la Cruz (1997), señalan como área de distribución desde Bahía Magdalena y parte central del Golfo de California en Baja California Sur, México hasta Perú. Hendrickx (1995) las describe como: Provincia de Cortés, Provincia Mexicana y Provincia Panámica; que comprenden desde Bahía Magdalena hasta el norte de Perú.

La composición por tallas del huachinango en la captura comercial de Colima, está representada por organismos de 10 cm a 71.5 cm de longitud estándar (Ls) y 19 cm de promedio (Cruz-Romero *et al.*, 1991; Espino-Barr *et al.*, 1998). En Jalisco, de 12 a 74 cm con un promedio de 22 cm Ls (Espino-Barr *et al.*, 2003, 2004). Para las costas de Michoacán y Guerrero, Aguilar (1986), Madrid (1990), Amezcua-Linares (1996) y Cabrera-Mancilla y Gutiérrez-Zavala (2004) reportan valores máximos de 42 cm (Ls), 70 cm de longitud total (Lt), 85 cm (Lt), y 64 cm Ls, respectivamente. González-Ochoa (1997) observó ejemplares con 61 cm de Ls en las zonas de Barra de Navidad a Punta Pérula, Jalisco. Para el Pacífico Central, Chirichigno *et al.* (1982) reportan una talla media de 50 cm Lt, y para la misma zona, Fischer *et al.* (1995) mencionan un máximo de 90 cm Lt.

Las estimaciones de edad y crecimiento para esta especie se han obtenido tanto por métodos directos como indirectos. En la tabla 2 se resumen los resultados de los parámetros k , L_{∞} y t_0 de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, calculados por diferentes autores para algunas regiones del Pacífico.

Tabla 2.- Parámetros de crecimiento para *Lutjanus peru*, estimados por diversos autores, para diferentes zonas del Pacífico Mexicano.

Zona de estudio (Estado)	Referencia	Método	Parámetros		
			L_{∞} (cm)	k (1/año)	t_0 (años)
B.C.S.	Castro (1981)	Escamas	66.71	0.232	0.54
La Paz, B.C.S.	Rocha y Muñoz (1991)	Otolitos	90.80	0.13	-0.033
Barra de Navidad a Punta Pérula, Jal.	González-Ochoa (1997)	Otolitos*	70.50	0.09	0.5
Jalisco	Este trabajo	Frecuencia de tallas	121.79	0.143	-0.042
Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1996)	Frecuencia de tallas	81.73	0.156	0.029
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (1998)	Frecuencia de tallas	69.72	0.13	-0.020
		Escamas	79.43	0.1	-0.03
Colima	Este trabajo	Frecuencia de tallas	72.42	0.13	0.006
Michoacán	Ruiz-Luna <i>et al.</i> (1985)	Escamas y frecuencia de tallas	80.5	0.19	0.756
Michoacán	Madrid (1990)	Escamas	81.5	0.19	0.786
Michoacán	Hernández-Montaño <i>et al.</i> (2002)	Frecuencia de tallas	95.33	0.18	-0.75
Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Aguilar (1986)	Escamas	85.02	0.11	-1.57
Guerrero	Rojas-Herrera (2001)	Otolitos	92.51	0.092	-1.663
Guerrero	Rojas Herrera (2001)	Frecuencia de tallas	80.00	0.138	-0.669
Guerrero	Cabrera- Mancilla y Gutiérrez-Zavala (2004)	Frecuencia de tallas	77.00	0.084	-2.532
Guerrero	Santamaría <i>et al.</i> (1999)	Frecuencia de tallas	80.8	0.14	0.23
Oaxaca	Ramos-Cruz (1996)	Frecuencia de tallas	61.8	0.153	-0.303

*Ls= longitud estándar

Las épocas o periodos de desove (Tabla 3) se presentan en casi todos los casos dos etapas, uno asociado con la temporada de lluvias y elevadas temperaturas (de mayor duración) y otra en la época de invierno (más corta). En los estados del Pacífico norte, incluido Colima, la reproducción parece relacionarse con el invierno y la primavera, mientras que en el Pacífico sur, de Michoacán a Oaxaca, se concentra en primavera y otoño. Estos patrones sugieren una influencia importante del clima en el periodo de reproducción. Por lo mismo hay variaciones de un año a otro. También debe mencionarse que durante todo el año se pueden observar las diferentes fases de madurez, cuya proporción varía a lo largo del año.

Tabla 3.- Periodos de desove de *L. peru* en diversas regiones del Pacífico Mexicano.

Periodos De Desove	Región Del Pais	Referencia
Noviembre a abril	Baja California Sur	Ochoa <i>et al.</i> (1991)
Mayo a junio y noviembre a diciembre	Jalisco	Este documento
Enero a marzo y agosto a septiembre	Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1991)
Marzo a junio y noviembre a diciembre	Colima	Este documento
Fines de mayo y mediados de noviembre	Michoacán	Madrid (1990)
Abril y septiembre	Michoacán	Ruiz <i>et al.</i> (1982)
Abril y septiembre	Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Ruiz (1983)
Abril y septiembre	Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Aguilar (1986)
Marzo a mayo y septiembre a diciembre	Guerrero	Rojas-Herrera (2001)
Abril-mayo y julio-septiembre	Guerrero	Rojas-Herrera <i>et al.</i> (2000)

En relación a la proporción de sexos, Cruz-Romero *et al.* (1991) encontraron una relación de 1:0.7 (macho-hembra) en Colima, y en Jalisco de 1:0.4 (hembra-macho). En Guerrero, Rojas-Herrera (2001) encontró también una dominancia de hembras, de 1:0.5. Ruiz *et al.* (1982) detectaron para huachinango de las costas michoacanas una dominancia de machos durante la época de desove, mientras que en 2002, Hernández-Montaña *et al.*, 2002 encontraron una proporción 1:1.5 (hembra-macho). Estas proporciones varían en tiempo y latitud, ya que las muestras proceden generalmente de la captura comercial y en muchas ocasiones son organismos eviscerados y. Respecto a sus hábitos reproductivos, se sabe que esta especie se desplaza a zonas más profundas durante la fase de desove, razón por la que los pescadores ribereños tienen menor éxito en su captura, ya que sus artes y embarcaciones no les permiten incursionar en esas zonas.

Las tallas mínimas de primera madurez reportadas por Cruz-Romero *et al.* (1991) en Colima, son 28 y 33 cm Lt para machos y hembras respectivamente. Ruiz *et al.* (1982) y Ruiz (1983) encontraron organismos de 28.8 y 27.8 cm Lt para machos y hembras respectivamente, en Michoacán y Hernández-Montaña *et al.* (2002) de 29.35 cm Lt. En Guerrero, Rojas-Herrera (2000) y Rojas-Herrera *et al.* (2001) calcularon una talla mínima de primera madurez de 29 cm Lt.

Los pargos (lutjánidos) son peces depredadores presentes comúnmente en hábitats bentónicos a lo largo de los trópicos y subtropicos del mundo, consumen un amplio espectro

de presas: peces, cangrejos, camarones y en menor proporción estomatópodos, langostas y cefalópodos (Acero y Garzón, 1985; Parrish, 1987). Yáñez-Arancibia (1978) los cataloga como consumidores de tercer orden, que incluye peces exclusivamente carnívoros, donde los vegetales y detritus son alimento accidental.

Para la costa del estado de Colima, Cruz-Romero *et al.* (1991) examinaron contenidos estomacales en huachinango, lunarejo y alazán, encontrando como principales componentes alimentarios los crustáceos (*Squilla* sp., *Penaeus* sp., *Portunus* spp) y moluscos (cefalópodos: juveniles de calamar). Otro estudio para la misma zona realizado por Mandujano (1984) menciona que peces y crustáceos son el alimento preferencial del lunarejo (*L. guttatus*) y el alazán (*L. argentiventris*).

En la región comprendida entre Punta Teopa, Jal. y Laguna de Cuyutlán, Col., Saucedo (1998) ha identificado 35 componentes alimenticios para juveniles de *L. peru* y 30 para *L. guttatus*, que se agregan en cuatro grandes taxones: peces, crustáceos, moluscos y anélidos.

Madrid (1990) señala que las mismas especies en la costa de Michoacán se alimentan de crustáceos (*Squilla* spp, *Portunus asper*, *Panulirus* sp) y peces (*Harengula* sp., *Engraulix mordax*, *Mugil curema*, *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus* sp.). En Guerrero, Rojas-Herrera (2001) describe su alimentación a base de peces de las familias Engraulidae, Clupeidae y otras hasta por 73%, seguido de crustáceos. Encontró que hay variaciones según la edad y a lo largo del año.

Pargos asociados a la captura de huachinango

Aunque el huachinango es la especie objetivo en la pesca ribereña de demersales, no siempre es el resultado de la captura. Existen otras especies de la misma familia que se registran como de la misma categoría. El pargo lunarejo o flamenco *Lutjanus guttatus*, ocupa un hábitat similar al huachinango y es capturado con los mismos artes de pesca. El pargo alazán *L. argentiventris* también puede capturarse con arpón. Estas dos especies y en ocasiones los pargos listoncillo (*L. colorado*) y colmillón (*L. jordani*), forman el grupo de especies de mayor interés y demanda en el mercado. Las tallas observadas de estas especies son: el lunarejo *L. guttatus* va de 9 a 50 cm Ls, con un promedio de 23 cm, el pargo alazán *L. argentiventris* de 11 a 55 cm Ls con un promedio de 29.50 cm; el pargo colmillón *L. jordani* de 19 a 102 cm Ls con un promedio de 59.40 cm; y el pargo listoncillo *L. colorado* de 19 a 80 cm Ls con un promedio de 52.30 cm.

El lunarejo y el pargo alazán son especies que se reproducen todo el año con dos pulsos de desove, uno asociado a los meses menos cálidos (febrero a abril) y el segundo y más importante coincide con la época de lluvia y elevadas temperaturas (julio a noviembre). Alcanzan la primera madurez entre los 20 y 24 cm Ls con una producción de óvulos (fecundidad) de 2.17×10^6 (*L. guttatus*) y 3.56×10^5 (*L. argentiventris*) observada en organismos con una talla de 49 y 47 cm (Ls) respectivamente (Cruz-Romero *et al.*, 1991).

Son especies netamente carnívoras, Mandujano (1984) y Cruz-Romero *et al.* (1991) concluyen que crustáceos y peces son el alimento preferencial de lunarejo y pargo alazán. Según

Rojas-Herrera (2001), el lunarejo tiene una alimentación muy similar al del huachinango, aunque con una preferencia por los crustáceos.

La proporción de especies calculada en la costa de Colima de la estructura de las capturas comerciales de los últimos nueve años es: *L. guttatus* 23%, *L. argentiventris* 2.2%, *L. jordani* 0.54% y *L. colorado* 0.45%, mientras que *L. peru* aporta valores de 35.4%. En Jalisco, el huachinango alcanza el 34%, el lunarejo 1.32%, el alazán 0.67% y los pargos colmillón y listoncillo en menor proporción. En este estado se encuentran con mayor frecuencia otras especies como la sandía *L. inermis*, el tecomate *Hoplopagrus guntheri* y el cuico *L. viridis*, especies de la misma familia.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La captura se efectúa a lo largo del litoral desde la costa oriental de Baja California y Sinaloa, hasta Chiapas, en zonas someras, bajos rocosos o cascaderas y bahías, que en la mayor parte del Pacífico centro-sur equivalen a una franja de aproximadamente 5 a 20 millas de la costa. Por experiencia los pescadores conocen los bajos o caladeros donde se capturan las especies demersales.

La actividad se lleva a cabo durante todo el año, en aproximadamente 200 a 250 días laborables. La limitante está referida a las temporadas de perturbaciones tropicales que aparecen normalmente durante los meses de septiembre a noviembre. En algunos lugares de Jalisco, los pescadores prefieren pescar 3 días a la semana para “descansar” los bajos, y permitir que se recuperen, lo que significa que vuelvan a agregarse los organismos a esos sitios.

La Subdelegación de Pesca de Jalisco tiene registrados 551 pescadores, los cuales forman 43 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) y Uniones de Pescadores (UP) (Martínez-González *et al.*, 2002). Se calcula, en base a observaciones y plática con los propios pescadores que hay alrededor otros 500 pescadores “libres”.

Los productores en Colima están congregados en doce SCPP, que agrupan entre 10 y 40 socios, cada una, además hay permisionarios con permisos para la pesca ribereña que agrupan a pescadores libres. Se tiene calculado entre 800 y 1,000 pescadores.

En el estado de Michoacán los pescadores se encuentran organizados en 29 SCPP, 9 UP, 1 Grupo Solidario, 1 Sociedades de Solidaridad Social (SSS) y 22 permisionarios registrados oficialmente; en total son 1,186 pescadores.

En el estado de Guerrero se tienen registradas 69 SCPP para la captura de escama marina, mismas que agrupan a 1,850 socios con 469 embarcaciones, además de un porcentaje considerable de pescadores libres (información proporcionada por la Subdelegación de Pesca en Guerrero).

En Oaxaca, existen registrados en la Subdelegación de Pesca 4,268 socios, agrupados en 47 Grupos en Solidaridad Mancomunada de Responsabilidad Ilimitada (GSMRI), 9 Sociedades en Solidaridad Social Pesqueras (SSSP), 81 SCPP que incluyen a las Cooperativas Pesqueras de Bienes y Servicios y 131 permisionarios, que pueden contar con varias lanchas que a su vez ocupe cada una tripulación de 3 ó 4 pescadores. Por otra parte, de acuerdo a pláticas con pescadores y a estimaciones visuales, existen aproximadamente 7,200 pescadores libres.

En Chiapas, los pescadores ribereños se encuentran organizados en 5 tipos de grupos sociales: 3 GSMRI, 24 SCPP, 3 Unidades de Producción Pesquera (UPP), 1 Grupo Social (GS) y 43 permisionarios, lo que suma 74 organizaciones registradas oficialmente y 2,668 pescadores. Un cálculo basado en observaciones de campo e información proporcionada por pescadores y cooperativistas, muestra que los pescadores libres suman alrededor de 3,000 pescadores, de los cuales el mayor porcentaje se localiza en la localidad pesquera de Paredón, localizada en el sistema lagunar Mar Muerto (Álvarez-López *et al.*, 2002).

Se calcula que los pescadores libres en la costa sur del Pacífico sur ejercen alrededor del 50% del esfuerzo de pesca en cada estado, sin que su producción se registre, a menos que entreguen a alguna cooperativa o permisionario. Es importante que se busquen los mecanismos para que su trabajo sea considerado en las estadísticas oficiales y no sea rubricado como ilegal.

La flota artesanal está formada por tres tipos de embarcaciones: la “imemsa”, la “bugy” y las de madera. Las dos primeras están construidas en fibra de vidrio con una eslora que va de 6.5 a 8.5 m, manga de 1.8 a 2.5 m y puntal de 0.5 a 1.5 m con una capacidad de bodega de 0.5 a 2 t; las de madera tienen eslora de 4.5 m, manga de 1.3 m, puntal de 0.4 m, una capacidad de bodega de 150 kg y una edad promedio de 5 años.

Los diversos motores que utilizan las embarcaciones son en su gran mayoría fuera de borda, de caballaje muy variado, dependiendo de la distancia hacia las zonas de pesca. Los hay de 48, 60, 75 y 85 caballos de fuerza. Las marcas de motores que más se utilizan son : “Yamaha”, “Evinrude”, “Mariner” y “Mercury”, con una preferencia de 50 a 80 % hacia la primera. La mayoría de embarcaciones que se dedican a la pesca con línea de mano en la zona de Manzanillo, son propulsadas con motor estacionario o de centro (García-Boa *et al.*, 1998). Esta es una evidente indicación de las instalaciones y talleres de servicio de las distintas marca de motores (los pescadores compran la marca que les asegure contar con las refacciones para en un menor tiempo reparar los desperfectos de sus máquinas).

En la costa de Jalisco, se utilizan los motores fuera de borda de 48 a 85 cf. Los motores son casi todos Yamaha y cuentan con talleres en Puerto Vallarta y Melaque. Las descomposturas pueden parar su trabajo por varios días, pues en ocasiones tienen que trasladarse hasta Manzanillo.

En Guerrero la captura de huachinango se realiza a bordo de embarcaciones menores de fibra de vidrio (7.6 m eslora y 1.8 m manga) impulsadas con motores fuera de borda de 40 a 75 cf.

En Oaxaca y Chiapas la mayoría de los motores son de la marca Yamaha de 48, 60 y 75 HP, los talleres para reparaciones y refacciones existen en la mayoría de las comunidades pesqueras más importantes de ambos estados.

La pesca ribereña es multiespecífica, por consecuencia se tiene una alta diversidad de artes de pesca, las cuales se pueden resumir en 7 tipos con diferente poder de pesca (Tabla 4): trasmallos o redes agalleras, atarrayas, cimbras o palangres, cuerdas o líneas de mano, trampas y pesca por buceo autónomo, libre o con compresor. En cada sistema de captura existen variantes de acuerdo a la especie objetivo, su temporalidad y la localidad, lo que promueve al pescador a realizar adaptaciones particulares a su sistema de captura.

Tabla 4.- **Proporción de artes de pesca empleadas por estado.**

	Jalisco	Colima	Michoacán	Guerrero	Oaxaca
red agallera	87	10	15	9	16
línea de mano	10	77	80	90	73
palangre	3	13	5	1	11

En la captura de las especies demersales se utilizan los siguientes métodos:

Línea de mano: cordel de nylon monofilamento de 0.60 mm de diámetro, anzuelo no. 9 ó 10 del tipo noruego en Colima, mientras que en Guerrero los anzuelos utilizados son del 4 al 12. De los anzuelos tipo garra de águila se utilizan los números 13 al 15 y japonés reforzado del 10 al 14. Los organismos de tallas comerciales (tipo platillero) se capturan con anzuelos 7 y 8 noruego. Suelen utilizar 10 líneas de mano por embarcación o de 4 a 7 líneas por pescador, encarnados con calamar, barrilete, ojetón o anchoveta. La forma del anzuelo se relaciona con el tamaño de la captura y el cebo utilizado, ya que éste no debe de ser demasiado grande y cubrir la mayor parte del anzuelo; el material debe ser resistente e inoxidable.

Para el lastre de la línea, la mayoría de los pescadores utilizan plomos de forma cónica y ovalada con peso de los 62, 302 y 500 g, cuando existe una mayor corriente o marejada, mientras que algunos otros utilizan materiales de diferentes pesos los cuales se hunden fácilmente, entre ellos trozos de hierro o varilla corrugada, tornillos, tuecas, y cualquier otro material que se pueda atar fácilmente al extremo de la línea.

En Lázaro Cárdenas y Las Peñas, Mich., utilizan este arte principalmente y se construye de anzuelos del no. 3, 4 y 5 con cuerda de material monofilamento del no. 0.35, 0.40, 0.45, 0.47, la cuerda también tiene destorcedor y plomo de aproximadamente 250 g; este arte captura junto con el huachinango, otras especies como el flamenco, jurel y barrilete de 1 a 6 kg.

En Oaxaca y Chiapas las líneas de mano se construyen con hilo de nylon monofilamento de 0.47 a 0.80 mm de diámetro con tres anzuelos cada línea de tipo de noruego del número 4 al 7. De carnada utilizan el calamar, ojetón, camarón y jaiba pequeñas.

Palangre escamero: Este arte en Colima y Jalisco consiste en una línea madre con 600m de longitud con 100 reinales de 2.5m de longitud, 100 anzuelos del no. 4 y 5 de tipo noruego. Debe señalarse que a estas artes los pescadores les han hecho adaptaciones de acuerdo a las características de la zona y a su experiencia. En Michoacán son de 300 y 400 m de

longitud con 200 y 300 anzuelos, los anzuelos utilizados frecuentemente son del no. 10 al 13 noruego o garra de águila o del 2 al 4 derecho. La cimbra parguera, empleada en Guerrero, consiste de una cuerda de monofilamento con tres a 4 anzuelos con un reinal de 1.5 brazadas; en líneas de mayor longitud suele haber hasta 14 anzuelos, con los que operan hasta los 200 m de profundidad. En Oaxaca y Chiapas, la línea madre es de 600 m de longitud con 100 reinales de 2.5 m de longitud, 100 anzuelos del # 4 y 5 de tipo Noruego.

Red agallera de fondo: En Jalisco es el arte más utilizado, se construye de 150 a 220m de longitud, en la relinga superior con 75 a 100 boyas y en la inferior 150 a 200 plomos de 100g cada uno, caída de paño de 4m, y luz de malla de 3.5 a 5 pulgadas.

En Guerrero y Colima la red agallera o de enmalle se emplea en menor escala, debido a las marcas en el producto, lo que disminuye su valor comercial. Los tamaños de malla observados en Guerrero son de 3.5, 5 y hasta 7 pulgadas, con longitudes en las relingas de 50 a 300 m.

En Michoacán es muy utilizado en Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Tizupan y Boca de Apiza. Es el segundo arte más utilizado; sus características más comunes son: la abertura de malla de 3" a 9" con material de monofilamento no. 040 al 080, con paño de 100 a 500 m de longitud y la altura de 50 a 100 mallas según la especie a capturar, cuentan con flotadores y plomada.

En Oaxaca y Chiapas las características de la red agallera son: paño de nylon monofilamento de 0.60 a 0.70 mm de diámetro y de 12.7 a 15.24 cm (5" y 6") de tamaño de malla, son redes de fondo encabalgadas al 50%, tienen una longitud de 150 a 220 m y una caída de 50 mallas.

Descripción de la operación de pesca

La duración de la operación varía de acuerdo con el arte de pesca que se utiliza y la zona donde se opera, pero en general las faenas de pesca con las líneas de mano y las cimbras pargueras se inician a las seis de la tarde y siete de la mañana, con rumbo a los caladeros cercanos a la costa. Las maniobras duran aproximadamente de diez a doce horas, durante la noche y de 5 a 6 en la mañana. En el caso de que los caladeros estén en zonas de pesca alejados, las maniobras de pesca las realizan durante dos noches. Una vez en la zona de pesca, ceban los anzuelos y operan las líneas durante varias horas, cobran y enhiela para llevarlo al sitio de arribo en donde se acopia y después se transporta hacia el mercado. Aunque es el arte más sencillo de manejar, los pescadores han desarrollado una gran habilidad y destreza, con sutiles cambios que mejoran los resultados.

La red de fondo regularmente se tiende ya entrada la noche, se opera por 12 horas y se recupera o "despesca" por la mañana. Se selecciona el pescado que está en buenas condiciones y se retira la red para operarla en la siguiente jornada. Es importante mencionar que no se permite el uso de esta red en los bajos o caladeros, con objeto de que no se enrede en el fondo y, a decir de los pescadores, ahuyente el pescado, porque los organismos quedan atrapados y empieza su descomposición.

La operación del palangre escamero de fondo se inicia con la extracción de la carnada

(calamar, ojetón, barrilete, anchoveta, sardina, cocinero, cuatete, entre otros), enseguida se selecciona el área de pesca y, al ir tendiendo el arte, se van “encarnando” los anzuelos. Se opera por espacio de 6 a 8 horas (se tiende entre la noche y el amanecer), pasado este lapso se recoge y se recupera.

La captura por unidad de esfuerzo. Cruz-Romero *et al.* (1989b) han estimado el rendimiento en kilogramos por arte por viaje (kg/artes/viaje), siendo el viaje equivalente a una jornada. Los siguientes resultados para la pesca general de escama con la cuerda o línea de mano fue de 23.4 kg/viaje, con la red agallera 23.8 kg/viaje, con el palangre 25.4 kg/viaje. La captura por viaje de huachinango es mucho menor: en promedio 10 kg/viaje.

En Jalisco, Espino-Barr *et al.* (2002) calcularon los rendimientos para algunos métodos de pesca: con la línea de mano de 20 kg/viaje, con red agallera de 30 a 35 kg/día. Por buceo hasta 30 kg/viaje, con muy amplios márgenes de variabilidad. La cpue de huachinango se calculó en promedio de 17 kg/viaje.

Hernández-Montaña *et al.* (2002) utilizaron para Michoacán el viaje de pesca como la unidad de esfuerzo y estimaron que los pescadores de la zona de Lázaro Cárdenas obtienen 23.35 kg/viaje, los de Boca de Apiza 19.19 kg, y en las demás zonas de desembarque, la captura media fue de 14 kg por día. La cimbra dio los mejores rendimientos (29.41 kg/día), la cuerda 10 y la red agallera 15 kg/día en promedio. La captura de huachinango por viaje, en Guerrero, va de 8.5 a 22 kg, dependiendo de la temporada (Cabrera-Mancilla y Gutiérrez-Zavala, 2004).

Tendencia Histórica.

De 1980 a la fecha la pesca de huachinango ha llegado a los niveles de una pesquería establecida. Las estadísticas obtenidas de los Anuarios de Pesca muestran que la mayoría de los estados mantienen estable su captura, aunque con fluctuaciones (**Fig. 2.**). Aparentemente en Baja California Sur y Jalisco aún se encuentran en una etapa de ajuste, aunque en sentidos opuestos

A través de la serie histórica de captura de huachinango (t) y esfuerzo (viajes de pesca) del litoral de Colima de 1980 a 2002, puede observarse que la pesca ribereña de escama tiene variaciones interanuales, mostrando una fuerte declinación durante el periodo 1981 a 1985 y de 1994 a 2000. Sin embargo, estas fluctuaciones no se aprecian bien definidas en la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo sugiriendo que no reflejan necesariamente cambios reales en abundancia del recurso. La captura por unidad de esfuerzo varía históricamente alrededor de los 10 kg/viaje. En este sentido, la elevada producción para 1980 coincidió con la política de apoyo gubernamental a las cooperativas, época en que se otorgaron embarcaciones, motores y artes de pesca. De 1996 a 2002 la captura parece fluctuar alrededor de las 70 toneladas (Fig. 3).

En el caso de la costa de Jalisco, se cuenta únicamente con información de la cpue de 2002 a la fecha, de 19 kg/viaje, con un esfuerzo calculado de 7 mil viajes en el año. Si se considera que el 50% de los pescadores son libres, la estadística de pesca está muy por debajo de lo real.

Los datos oficiales en la Subdelegación de Pesca de Guerrero no registran incremento de esfuerzo (nuevos permisos) desde 1998, por las disposiciones de la Conapesca y sugerencia de la carta nacional pesquera, de no incrementar el esfuerzo de pesca. Los valores de cpue calculados son de 2 a 3 kg/viaje, lo cual no coincide con lo real, ya que las capturas promedio de huachinango por embarcación por día observadas en playa son de 22.5 kg. En los últimos años se ha detectado un mayor número de embarcaciones no registradas por las SCPP, además de una considerable cantidad de pescadores libres, que no reportan sus capturas, sin embargo es un esfuerzo de pesca aplicado que debe considerarse en los análisis de evaluación y manejo del recurso.

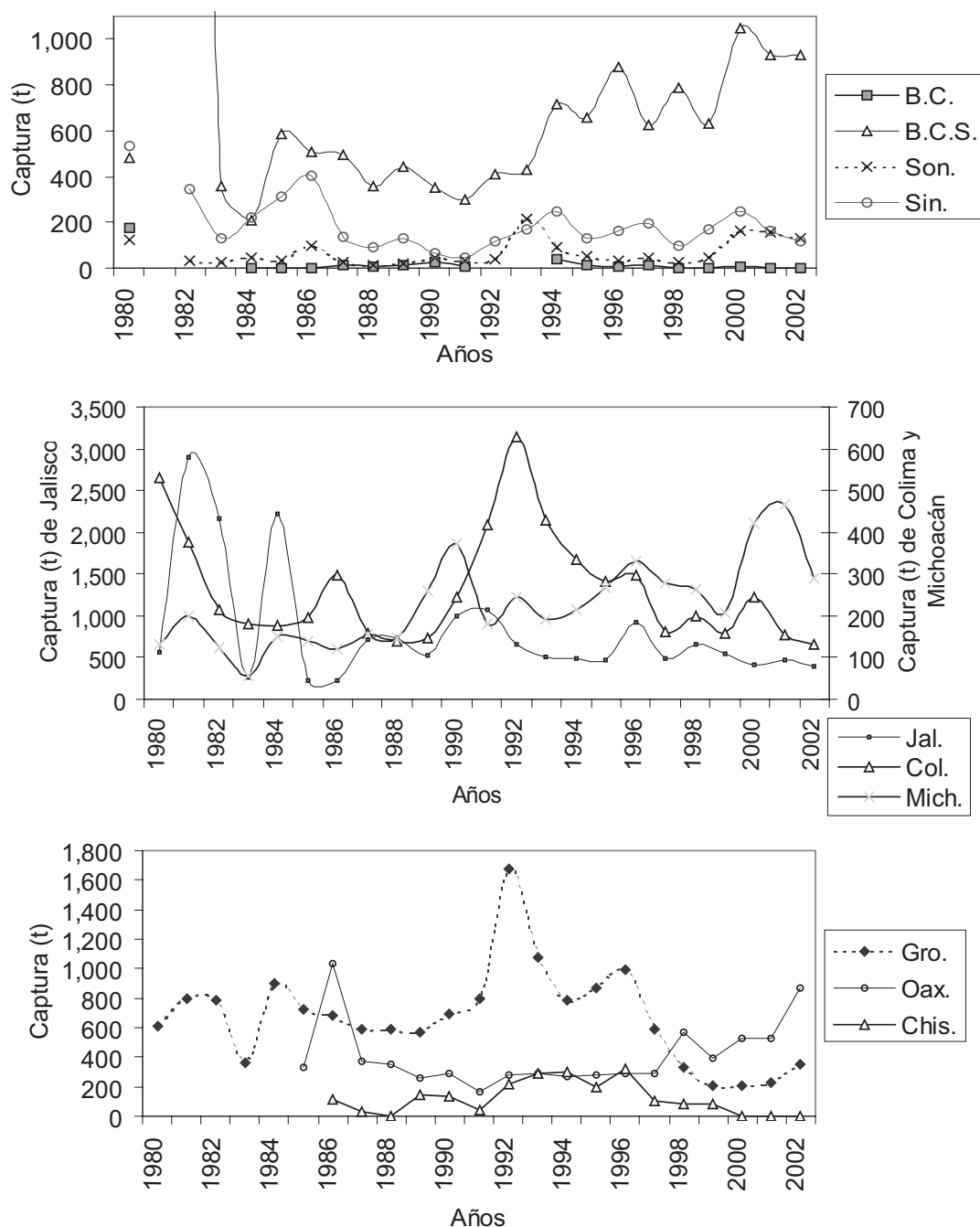


Figura. 2.- Captura de huachinango *Lutjanus peru* por entidad federativa de 1980 a 2002. Fuente: Anuarios estadísticos de Pesca (DEPESCA, 1980; 1981; SEPESCA, 1985a; 1985b; 1985c; SEMARNAP, 1997; 1998; 1999; SAGARPA, 2003).

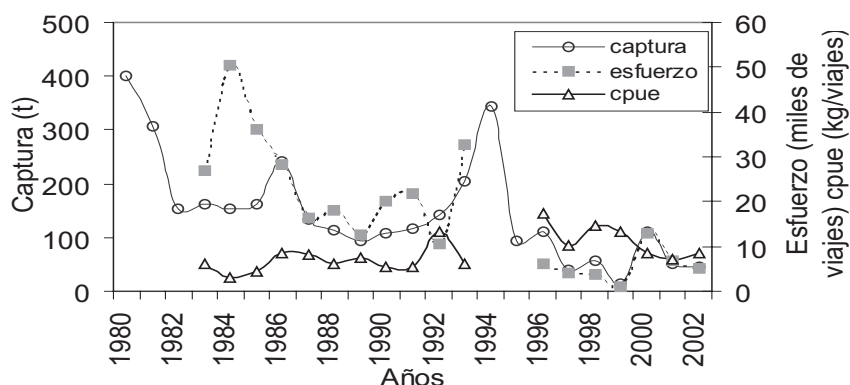


Figura. 3.- Tendencia histórica de la captura de huachinango (toneladas), esfuerzo relativo (miles de viajes) y cpue (kg/viaje) en la costa del estado de Colima.

Pesca Incidental e interacción con otras Pesquerías.

La extracción de huachinango está asociada a una diversidad de especies que le dan carácter multiespecífico a la composición de las capturas, lo cual es también una particularidad de la pesca artesanal o ribereña. Más del 80% del volumen de la captura está compuesto por un grupo de 25 a 30 especies, representadas principalmente por las familias: Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Scombridae, Serranidae, Scianidae y Gerridae.

En algunos casos, como ocurre frente a las costas de Jalisco y Colima, la incidencia de barcos arrastreros de la flota camaronera capturan especies objetivo de la pesca ribereña en estadios juveniles como parte de la fauna acompañante; sin embargo aún no se ha cuantificado su posible efecto.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.

Infraestructura y comercialización.

La pesca ribereña es una actividad sumamente dinámica: se estima que el mayor porcentaje (90%) de la captura se destina al consumo humano directo, sin procesarse y se consume en su región de origen. Una reducida proporción se usa para carnada y otra se transporta a localidades turísticas.

Tradicionalmente para la actividad de la pesca ribereña no se contempla infraestructura de atraque para las embarcaciones, ni para el acopio y conservación del producto. Las localidades que sí tienen estas facilidades tienen la característica de que también son centros turísticos, como Barra de Navidad, Jalisco; La Playita de Enmedio, Colima; en Zihuatanejo, Guerrero donde se está por terminar un Centro integrador para productos de la pesca y acuacultura. Puerto Vicente, Guerrero cuenta con muelle y centro de acopio con congelador y contenedores para el enhielado del producto, al sur del estado, Bahía de Tecoaapa dispone de un Centro de acopio para el enhielado.

Lo más común es que en los poblados pesqueros se resguarden las embarcaciones sobre la playa arenosa o fondeada frente a la costa. Tal parece que el reducido volumen de las capturas no permite que el sector productivo pueda invertir y promover instalaciones apropiadas que fortalezcan la actividad, a la vez que impulsen su desarrollo.

El producto de la captura solamente se eviscera en playa o a bordo de la embarcación y se enhiela o congela.

El proceso de comercialización es muy eficiente, ya que el producto desembarcado, es inmediatamente transferido al comprador una vez pesado y pagado al pescador por parte del permisionario o de la cooperativa. En Jalisco los centros de acopio son importantes, ya que allí se concentra el producto; se cuenta con cuartos fríos, congeladores y el producto está disponible para los compradores mayoristas y amas de casa. En muchas localidades alejadas de Puerto Vallarta o Barra de Navidad, los compradores recogen el producto dos o tres veces por semana y llevan a cambio hielo y gasolina. Algunas cooperativas almacenan el producto y lo llevan a Puerto Vallarta a vender.

En Michoacán, hay centros de comercialización del producto pesquero que forman parte del mercado, donde se cuenta con mesas y espacios para enhielar. Hay permisionarios que acopian el producto a todas horas y lo comercializan en mercados foráneos como Zihuatanejo. En algunos otros lugares, el pescador comercializa su producto de manera particular, principalmente a ramadas o intermediarios.

En Guerrero los centros de acopio se encuentran en Punta Maldonado y Bahía de Tecuanapa, en Costa Chica y Puerto Vicente y Zihuatanejo en Costa Grande; en los demás sitios de arribo del estado, la venta es directa a pie de playa o bien se transporta al mercado, como es el caso de Acapulco. Cabe aclarar que en Punta Maldonado, el producto llega eviscerado y enhielado, en el resto del estado, solo es enhielado para su venta directa al consumidor o intermediarios.

En Oaxaca y Chiapas el producto desembarcado se transfiere al comprador una vez pesado y pagado por el permisionario o la cooperativa. Se consume principalmente en la región y una pequeña parte se comercializa hacia los centros más grandes, como Acapulco, Guerrero; y en el caso de Chiapas, a Tuxtla Gutiérrez.

Indicadores Económicos.

En el litoral del Pacífico, Baja California Sur, Jalisco y Guerrero son los estados que registran mayor volumen de captura de huachinango (22, 19.8 y 18.4% respectivamente). Colima se ubica en el quinto lugar con 6.8 %, considerando el promedio porcentual de los últimos 20 años.

Las ganancias varían según la forma en que se comercializa. Rojas (1996) menciona que el 43% del producto se vende a los permisionarios, 27% directamente del pescador al consumidor, 15% al mejor postor, 13 % a los intermediarios y solamente un 2% es comercializado por la propia cooperativa.

El precio por kilogramo para huachinango y otros pargos y robalo de primera clase o categoría ha oscilado de \$10.00 en 1994 a \$30.00 - \$35.00 en 1998. En el 2003 se comercializó en playa entre \$40.00 y \$45.00 el kilogramo.

De acuerdo con el anuario estadístico (SEMARNAP, 1997), la población pesquera en el estado de Colima, dedicada a la captura y pesquerías acuaculturales asciende a 2,107 personas, de los cuales un total de 980 son pescadores ribereños (García-Boa *et al.*, 1998). Rojas (1996) cita la proporción en que se organiza la población pesquera en el estado, la cual es de la siguiente manera: pescadores libres: 35.6%, cooperativados: 38.9%, permisionarios: 17.8% y grupos o unidades de producción: 7.8%. Martínez-González *et al.* (2002) menciona 550 pescadores ribereños registrados en la costa de Jalisco y Espino-Barr *et al.* (2003) calcularon otros pescadores 500 libres.

MANEJO

Medidas administrativas.

Actualmente en la costa del Pacífico mexicano no existe ninguna medida regulatoria dirigida a las especies objetivo de la captura ribereña, se observan solamente aquellas de aplicación general en el sentido del uso reglamentario de la luz o tamaño de malla de la red y la prohibición de algunos artes en determinadas zonas (por ejemplo el arrastre en las bahías). Por otro lado, las demandas del sector pesquero en los últimos años no han incluido la petición de crear nuevas cooperativas que implicaría un incremento del esfuerzo, en su lugar se dan readecuaciones y reorganizaciones de los mismos pescadores, sin modificar el número de embarcaciones pesqueras y artes de pesca.

Existe un consenso sobre la posibilidad de utilizar al menos tres elementos para su manejo: un programa efectivo de inspección y vigilancia, un sistema nacional eficiente de captación de información de la actividad pesquera ribereña y por último, el enfoque de manejo comunitario (o comanejo) de los recursos pesqueros, en donde los usuarios participen en las labores de evaluación, manejo y vigilancia de los mismos (González-Becerril, 1997). Poco a poco la práctica del comanejo empieza a tomar fuerza, es decir, el diálogo entre autoridades y pescadores, con la finalidad de que la toma de decisiones de la administración de los recursos no recaiga sobre una de las partes, sino que se sustente en un acuerdo mutuo que tome en cuenta los factores biológicos, sociales, tecnológicos, de mercado, económicos y políticos.

En la literatura existe una gran diversidad de medidas regulatorias de las pesquerías, desde criterios generales como la elaboración de políticas para pesquerías artesanales ribereñas, a las medidas clásicas como sistemas de licencias y zonificación, restricción de áreas de pesca, rotación y creación de parques marinos; reducción del esfuerzo pesquero (embarcaciones, pescadores, artes, poder de pesca, permisos de pesca), control a la captura y limitaciones de número y tamaño de los artes de pesca en función del tamaño mínimo de captura. Lo que resulta evidente es que la discusión en el ámbito mundial no plantea un conjunto de elementos regulatorios acordes a la problemática de la pesquería artesanal ribereña, dado que todos ellos parten de la perspectiva de la evaluación de las poblaciones

pesqueras con los modelos de explotación clásicos de tipo monoespecífico. Este quizá sea uno de los grandes problemas de las pesquerías artesanales ribereñas a escala mundial.

Bajo el enunciado de que un recurso no vigilado es un recurso vacío, se resume la importancia de un sistema de inspección y vigilancia, sin embargo la baja rentabilidad de la actividad pesquera artesanal implica un análisis minucioso sobre la rentabilidad de la aplicación de un programa de esa naturaleza y los beneficios económicos de la actividad. En este sentido cobra importancia el manejo comunitario de los recursos pesqueros (González-Becerril, 1997).

Análisis cuantitativo

Determinación de la Unidad de Esfuerzo.

En Colima se ha considerado el viaje como la unidad de esfuerzo que mejor representa la mortalidad de pesca, determinado con base en 10 años de datos (1980 a 1989) tomados directamente en campo. Cruz-Romero *et al.* (1990) señalan que esta unidad equivale a un viaje diario con duración promedio de 9 horas en embarcaciones menores cuya captura oscila entre 9 y 52 kilogramos con un promedio de 25 kg./viaje (kg./viaje es la captura por unidad de esfuerzo cpue). González-Becerril *et al.* (2000) determinaron que entre las variables tiempo de pesca, número de pescadores y número de viajes, esta última es la que obtuvo un mejor ajuste en términos de los parámetros del modelo de regresión y del análisis de varianza. Espino-Barr *et al.* (1997) estimaron un esfuerzo relativo en número de viajes partiendo de los muestreos de la captura comercial, usando un periodo de 16 años, el cual oscila entre 25,619 y 116,199 viajes anuales de 1982 a 1997. El esfuerzo para la captura de huachinango de 1982 a 2002 varió entre 50,000 y 1,000 viajes registrados en un año.

En Jalisco se estimó la cpue de 2002 y 2003, a partir de los muestreos directos en playa, bitácoras y nóminas de algunas cooperativas de la entidad. El esfuerzo calculado a partir de esa información y de la captura de los avisos de arribo, es de cerca de 7,000 viajes en el año sobre el huachinango como especie objetivo, lo que es un valor muy por debajo del real, ya que falta el registro de los pescadores libres.

Estimaciones de Rendimiento.

Los datos de captura y esfuerzo para huachinango de Colima (1982 a 2002) se procesaron con un modelo de producción excedente propuesto por Schaefer (1957), que obtiene una primera estimación con estas dos variables. El resultado del esfuerzo óptimo es de 29 mil viajes con un rendimiento máximo estimado de 178 toneladas anuales. Este resultado es comparable al promedio de captura de los últimos 8 años en Colima, lo que sugiere la posibilidad de mantener esa intensidad de pesca sin que se afecte el recurso sometido a explotación.

En Michoacán, Hernández-Montaña *et al.* (2002) realizaron una estimación del rendimiento por recluta de 203 g/r, concluyendo que puede aumentarse si la edad de primera captura aumenta a 2 años y la mortalidad por pesca se disminuye gradualmente (46%) hasta alcanzar $F = 0.8$, en relación con la actual $F = 1.72$.

Biomasa.

Colima

Para este análisis se utilizó el modelo de diferencia de retraso propuesto por Deriso/Schnute (Hilborn y Walters, 1992) que considera los siguientes supuestos: 1) el aumento en peso de los individuos totalmente reclutados al arte puede ajustarse a una recta, 2) a cierta edad “*k*”, todos los organismos son igualmente vulnerables, y 3) a partir de esa edad “*k*”, la mortalidad natural (*M*) es igual para todas las edades. Este modelo fue desarrollado para especies de larga vida (crecimiento lento), como es el caso del huachinango *Lutjanus peru* y permite calcular la biomasa esperada (B_{t+1}), con la ecuación:

$$B_{t+1} = g * (B_t + C_t) + R$$

donde:

g = parámetro relativo a la población, que integra conceptos de mortalidad natural (*M*), constantes de crecimiento del modelo de Ford-Walford, llamados alfa (α) y ro (ρ) y el peso del individuo promedio en la captura, tal que:

$$g = e^{-M} (\alpha / W_{med} + \rho)$$

C_t = captura al tiempo *t*

R = reclutamiento reportado en biomasa, y en este caso como:

$$R = B_o - g * B_o$$

donde:

B_o = biomasa inicial (en este caso, parámetro de entrada y celda de ajuste); para el caso se utilizaron diversos valores como el doble o triple de la captura del primer año de pesca, y luego por iteración se ajustó al minimizar la suma de cuadrado del error entre la cpue observada y la calculada.

En este análisis se utilizó una serie histórica de capturas de huachinango en Colima de 1982 a 2002, y los parámetros requeridos por el modelo descritos en la tabla 5.

Tabla 5. **Parámetros utilizados en el modelo de diferencia de retraso.**

Parámetro	Valor
Bo (biomasa inicial) en toneladas	10,000
	26,500
<i>g</i>	0.978
<i>M</i>	0.630
<i>W_{med}</i> (peso promedio en gramos)	0.373
α (alfa)	0.765
ρ (ro)	0.895

El parámetro de entrada o de la biomasa B_0 , se modificó mediante el ajuste de la $CPUE$ observada y la calculada (Fig. 4), se obtuvo $B_0 = 26,500$ toneladas (Fig. 5).

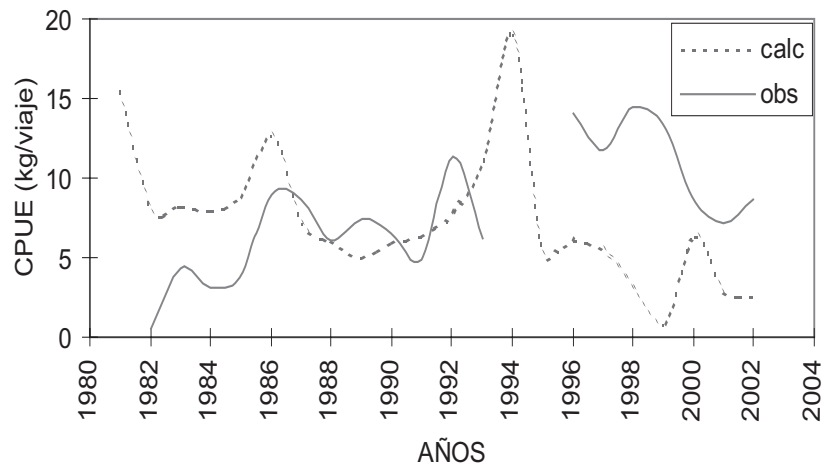


Figura 4. Validación de la captura por unidad de esfuerzo observada y la calculada por el método de Deriso.

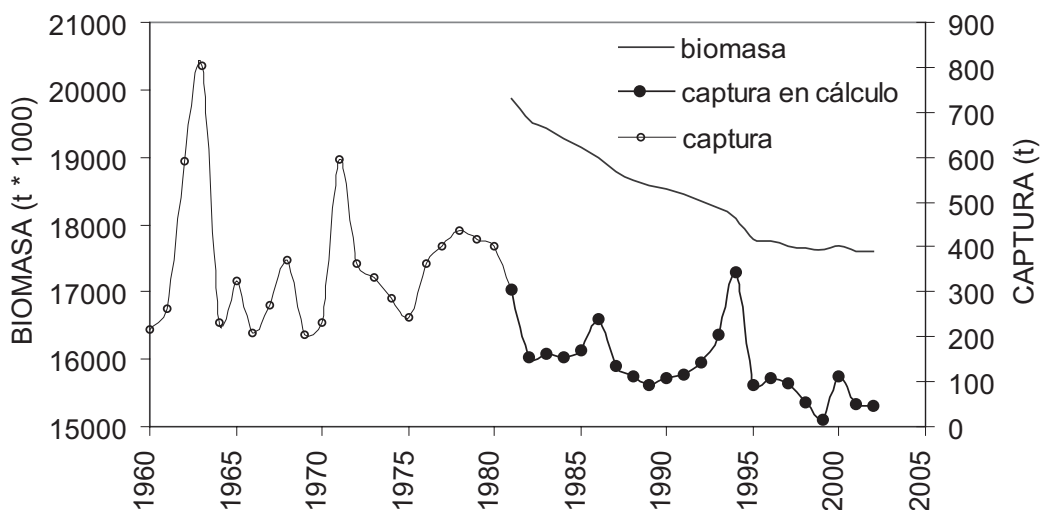


Figura 5. Biomasa calculada para huachinango por el modelo de Deriso o modelo de diferencia de retraso.

Se realizaron simulaciones para 2004 a 2007, variando los valores de la captura: con 50, 100, 150 y 200 toneladas anuales. Los resultados indican que si se mantiene la captura en el nivel de los últimos años (100 t), la biomasa se estabiliza; si la captura disminuye (a 50 t), la biomasa aumenta poco (de 20,600 t en 2004 a 20,900 en 2007), al aumentar la captura anual, la biomasa disminuye (Tabla 6).

Los resultados de las simulaciones de la Tabla 6 indican que con una captura de 200 toneladas anuales y mayores, la biomasa tiene una disminución que empieza a apreciarse después del tercer año de simulación. Con una captura anual de 100 toneladas de huachinango o menos puede protegerse el recurso, ya que la simulación muestra un incremento en la biomasa. Cruz-Romero *et al.* (2000) concluyeron que para proteger la biomasa existente de huachinango, la captura no debería ser mayor de 150 toneladas anuales en la costa de Colima.

Tabla 6.- Estimaciones de captura y la biomasa de huachinango para los años 2004 a 2007.

Captura (t)	Año	2004	2005	2006	2007
50.00	Biomasa (t)	17,614	17,615	17,616	17,616
	cpue (kg/viaje)	2.84	2.84	2.84	2.84
100.00	Biomasa (t)	17,566	17,518	17,472	17,427
	cpue (kg/viaje)	5.69	5.71	5.72	5.74
150.00	Biomasa (t)	17,517	17,422	17,329	17,238
	cpue (kg/viaje)	8.56	8.61	8.66	8.70
200.00	Biomasa (t)	17,468	17,325	17,185	17,049
	cpue (kg/viaje)	11.45	11.54	11.64	11.73

Estado actual de la pesquería.

El huachinango es uno de los principales recursos de la escama marina en la costa del Pacífico mexicano. Sin lugar a duda es la especie objetivo cuando los pescadores pescan con línea de mano o cuerda, con red agallera de fondo o con palangre parguero. Es un recurso que se captura todo el año, con valores máximos de producción en las temporadas de Semana Santa, julio y diciembre, coincidentemente con las épocas de mayor demanda.

La talla media de captura es de 23.7 cm Ls y peso promedio de 439 g. El 50.4% de la pesca está sostenida por organismos de edades 3 y 4 años, cuya longitud promedio se encuentra entre los 18.5 y 22.6 cm Ls.

La talla de primera captura es de 23.5 cm Ls, muy cercana al promedio (Cabrera-Mancilla y Gutiérrez- Zavala, 2004), y es inferior a la talla de primera madurez reportada por Rojas-Herrera (2001) que es de 29.5 cm de longitud de horquilla, por lo que la mayor parte de la pesca se compone de organismos que no han alcanzado la madurez sexual.

El primer periodo de desove en el año (abril-mayo) se sobrepone con una de las temporadas de mayor demanda en el mercado.

Estas dos condiciones son negativas a la salud de la especie y las medidas de protección deben incorporar una temporada de veda, la talla mínima de captura y límite en los niveles de esfuerzo por región.

La tasa de explotación estimada con la fórmula de $E = F/Z$, para los primeros años de edad es de 0.49, valor muy cercano a la óptima, sin embargo, debe tomarse en cuenta que este valor puede ser mayor si se consideran los pescadores irregulares y libres o ilegales.

Los resultados de un análisis de series de tiempo con datos de cpue en Colima hacen suponer que el pescador ribereño tiene acceso restringido (con sus actuales métodos de captura) a la población de huachinango y otras especies demersales y aún incrementando el esfuerzo, sólo incidirá sobre la porción accesible dentro de la plataforma continental. Esto es en apariencia una contradicción, considerando que los valores de mortalidad debida a pesca es mucho mayor que la mortalidad natural. Este caso se presenta en condiciones ambientales “promedio”, sin embargo, durante el fenómeno de La Niña, el acceso que tiene el pescador a estos recursos es menor aún, lo que significa una mala temporada para la actividad pesquera; caso contrario ocurre con el efecto de El Niño, las poblaciones de huachinango se acercan a las costas y se hacen accesibles al pescador y son más vulnerables a su captura (Espino-Barr, 2000). Esto sugiere que las grandes fluctuaciones en la captura comercial en Colima, probablemente estén asociados más a cambios ambientales naturales que a la presión de pesca. Para el pescador, el huachinango y otras especies demersales “saben autovedarse” Es importante profundizar en este aspecto cuando se hable de administración y manejo, ya que puede dar la falsa impresión de que aún existe la posibilidad de incrementar el esfuerzo pesquero. Conforme aumenten las series de tiempo se podrá explicar el papel de la pesca y de los factores ambientales con mayor confiabilidad.

PERSPECTIVAS.

Estrategias de manejo

Para llegar al establecimiento de un esquema de manejo es necesario continuar con el monitoreo de la actividad, evaluando las variables del sistema y las necesarias para incluir en los modelos de evaluación y su comportamiento en la región de estudio. En ese sentido, la fase de caracterización de los sistemas de pesca es fundamental en el entendimiento de los sistemas pesqueros, previo a y sustento de los planes de manejo (González-Becerril, 1997).

En la literatura se ha encontrado una gran variedad de sistemas de manejo de pesquerías, algunos de los cuales algunos se han utilizado por muchos años y que en algunos casos mantienen su vigencia. Por otro lado, la imposición mundial del tipo de vida occidental ha generado conflictos en la forma de manejar los recursos en zonas donde los patrones de cultura están fuertemente arraigados.

En este sentido, se han generado enfoques integrativos de manejo, ya que se conceptualiza la pesca como una actividad compleja. Charles (1991) señala que los sistemas en pequeña escala engloban interacciones complejas entre la dinámica propia del recurso y la dinámica de la gente involucrada en su cosecha. Desde luego, la dinámica conjunta del recurso y los pescadores deben tomarse en cuenta en la determinación de políticas de gestión apropiadas. A la vez, la gestión de pesquería debe equilibrar un espectro amplio de objetivos, tal como conservación, generación de ingreso, empleo y estabilidad comunitaria. Esta es una tarea compleja, dada la importancia en la comunidad de factores

tales como la tradición, lazos familiares, proceso de decisión grupales, empleo compartido y la economía subterránea (González-Becerril, 1997).

El esquema de manejo más recomendado en la literatura es el comunitario (o de comanejo), debido a que genera un arraigo social e integra diferentes componentes de la sociedad en la aplicación y vigilancia de las medidas de manejo, permite la instrumentación de medidas de protección del recurso con la participación de los pescadores en la estimación de existencias amplía su conciencia sobre la importancia de su cuidado e introduce criterios de sustentabilidad.

Basado en todo lo anterior, se hacen las siguientes propuestas para apoyar el desarrollo sustentable de la pesca ribereña.

- 1.- Establecer una talla mínima de captura y los métodos de captura para ello.
- 2.- Definir en el permiso de pesca la especie objetivo, ya que se hacen de manera general a la escama marina y hay diferentes recursos objetivo y pesquerías.
- 3.- Normar las artes y métodos de pesca permitidos, con especificaciones en número y características y lugares de uso.
- 4.- Que los programas de caracterización de los sistemas pesqueros realizados por el gobierno o por instituciones de investigación u organismos no gubernamentales, sean continuos y que involucren aspectos biológico - pesqueros, socioeconómicos y de legislación pesquera.

Las propuestas que deben consensarse con los pescadores regionalmente son las siguientes:

- 5.- Discutir la factibilidad de implementar temporadas de veda.
- 6.- Limitar el número de embarcaciones y/o artes de pesca y regular el esfuerzo pesquero.
- 7.- Realizar talleres para sensibilizar y concientizar a los pescadores acerca de la normatividad de los recursos (NOMs, Ley de Pesca, CNP, etc) e importancia del llenado de formatos para la generación confiable de la información.
- 8.- Fomentar alternativas compatibles con el medio ambiente como la instalación de arrecifes artificiales de materiales no contaminantes, reforestación de mangle, manejo de los arrecifes naturales con el establecimiento de santuarios marinos, cultivos marinos a pequeña escala de especies nativas de valor comercial y pesca con líneas de mano.
- 9.- Insistir que los pescadores y las personas que captan la información en las oficinas de pesca separen los datos de captura en las diferentes especies de lutjánidos (huachinango, lunarejo, pargo alazán o amarillo, colmillón, colorado o listoncillo, etc), lo que permitirá tener un panorama real de la pesca con información más confiable y producirá información que hará más eficientes las medidas de manejo.

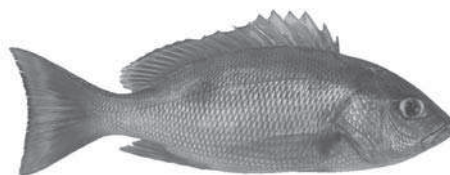
REFERENCIAS

- Acero, A. y J. Garzón. 1985. Los Pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe Colombiano. *Actualidades Biológicas*, 14(53): 89-99.
- Aguilar S., F.A., 1986. Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) por el método de lectura de escamas. Tesis Profesional. UNAM. 76p.
- Allen, G. R., 1985. FAO Species catalogue. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125):208 p.
- Allen, G., R. and D., R. Robertson. 1994. Fishers of the Tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu. 332 p.
- Álvarez-López, B. y H.A. Gil López, 2002. Evaluación biológica y tecnológica de la pesca ribereña en la costa de Oaxaca y Chiapas. SAGARPA- INP, CRIP Salina Cruz, Informe interno, 50 p.
- Amezcu-Linares, F., 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. Cap. 2:39-94. *In: Yáñez-Arancibia (ed.) Rec. Pesq. Potenciales de México. La pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. De Alimentos. ICMYL / INP, 741p.
- Amezcu-Linares, F., 1996. Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. UNAM / ICMYL / CONABIO, 184p.
- Cabrera-Mancilla E. y R. M. Gutiérrez Zavala, 2004. Análisis de la pesquería del huachinango *Lutjanus peru* en el litoral de Guerrero, México. Informe de Investigación. SAGARPA/ INP. Documento interno, México. 50 p.
- Castro, C.F., 1981. El huachinango en la Bahía de San José, B.C.S., determinación de edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). U.A.Sinaloa. Rev. Ciencias del Mar 1 :4-8.
- Charles, A.T., 1991. Bio-socio economic dynamics and multidisciplinary models in small scale fisheries research. *In: Durand, J.R., J. Lemoalle and J. Weber (eds). Research and small scale Fish. Internal. Symp. ORSTOM IFREMER0. Vol. 2: 603-608p.*
- Chirichigno, N., W. Fischer, C.W. Nauen (comps.), 1982. INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. Roma FAO/PNUD, SIC/82/2: 588p.
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa, 1989 a. Lista de Peces del litoral colimense. Serie: Documentos de Trabajo, SEPESCA/INP, México, Año 1:9, 21p.
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa, 1989b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo, Col., México, Boletín Informativo, 9:17-29.
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa, 1990. Escama Ribereña: un análisis descriptivo. SEPESCA/ INP/CRIP-Manzanillo, Boletín Informativo 10:1-16.
- Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr, J. Mimbela L., A. Garcia-Boa, L.F. Obregón A. y E. Girón B., 1991. Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe Final. Clave CONACyT: P220CCOR892739., México, 118p.
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa, 1996. Diagnóstico de la Pesquería Ribereña. SEMARNAP/ INP/ CRIP-Manzanillo, Colima, México, Documento Interno. 42p.

- Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr, P. Del Monte Luna, A. Garcia-Boa, A. Ayala Cortés, J.J. González Ruiz y S. Sánchez González. 2000 Huachinango del Pacífico. 297-326. *In*: Cisneros-Mata, M.A., L. Beléndez M. (Ed.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. INP- SEMARNAP.
- De la Cruz A., J. (y colaboradores), 1997. Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur. IPN/CICIMAR/ CONABIO. 341P.
- DEPESCA, 1980. Anuario estadístico de Pesca 1978. Departamento de Pesca, 361p.
- DEPESCA, 1981. Anuario estadístico de Pesca 1980. Departamento de Pesca, 800p.
- Espino-Barr, E., R. Macías Z, M. Cruz Romero y A. Garcia-Boa, 1997. Catch per unit effort trends in the coastal fishery of Manzanillo, Colima, México. *Fisheries Management and ecology* 4(4):255-261.
- Espino-Barr, E., M. Cruz Romero y A. Garcia-Boa, 1998. Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en la costa del estado de Colima. *Avances de Investigación Agropecuaria* 7(1):10p.
- Espino Barr, E., 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis de Doctorado ,Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, Tecomán, Col. 84 pp.
- Espino Barr, E., E.G. Cabral Solís, A. Garcia Boa y M. Puente Gómez, 2002. Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco. SAGARPA – INP, CRIP Manzanillo, Informe de Investigación interno, 52 p.
- Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa, 2003. Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. CONABIO, INP, CRIP-Manzanillo, ISBN 970-9000-23-3, 106 p.
- Espino Barr, E., E.G. Cabral Solís, A. Garcia Boa y M. Puente Gómez, 2004. Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México. SAGARPA – INP, ISBN –968-800-570-3, México, 145 p.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneides, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem, 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Vols. II y III. 644-1813p.
- Garcia-Boa, A., M. Cruz-Romero y E. Espino-Barr, 1998. Aspectos de la tecnología de la captura ribereña en el estado de Colima, Méx. Informe de Investigación. SEMARNAP/INP, CRIP-Manzanillo, SIMORELOS-CONACyT clave 9603008, 64p.
- González-Ochoa, O.A., 1997. Edad y Crecimiento de *Lutjanus peru* en la costa Sur de Jalisco. U. de G., Tesis Profesional. 80p.
- González-Becerril, A., 1997. Caracterización del sistema de pesca de la pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Col., México. Bases para su manejo. Tesis de Maestría en Ciencias, UNAM, México, 150p.
- González- Becerril, A., E. Espino B, M. Cruz R. y A. Ruiz L., 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas*. 26(1): 113-124.
- Hendrickx, M., E. 1995. Estomatópodos. 335-382, *In*: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K., E. Carpenter y V., H. Niem (eds) Guía FAO para la Identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro - oriental, Vol. 1. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma, Italia. 646pp.
- Hernández-Montaña, D.; C. Meléndez G. y C. Romero A. 2002. Evaluación de recursos pesqueros (escama) en la costa de Michoacán. SAGARPA Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Pátzcuaro. Informe Final Interno, 50 p.
- Hilborn, R. and C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman & Hall, New York, London, 570p.

- Madrid V., J., 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis de M. en C., Fac. Ccias. UNAM, México, D.F. 179p.
- Madrid V., J., N.M.L. Gutiérrez y S.M. Herrera, 1989. Parámetros ecológicos de las comunidades de peces del Litoral de Michoacán, México. Biología de Campo. Fac. Ccias. UNAM
- Madrid V., J., P. Sánchez and A.A. Ruiz, 1997. Diversity and abundance of a Tropical Fishery on the Pacific Shelf of Michoacán, México. Estuarine, coastal and Shelf Science 45:485-495.
- Mandujano A., L.M., 1984. Informe preliminar sobre contenido estomacal y maduración gonadal en tres especies de peces comerciales en Manzanillo, Col., INP/CRIP-Manzanillo, Manuscrito 34p.
- Martínez González, G., F. R. Baiza Serrano, V. García Carvajal e I. Peña Ramírez, 2002. Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco. Documento interno de la subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, 3p.
- Ochoa, B.R.S., G. Garcia M. y R. Martínez R., 1991. La actividad reproductiva de *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en las costas de San José del Cabo, B.C.S. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología, Sn. Nicolás de las Garzas, N.L., México. Pag.40
- Parrish, D.J., 1987. The trophic biology of snappers and groupers. In: Polovina and Ralston (eds.), Tropical Snappers and Groupers. Westview Press/ Boulder and London. 405-465p.
- Pérez-Mellado, J. y L.T. Findley, 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y N. de Sinaloa. Cap. 5: 201-251. In: Yáñez-Arancibia (ed.) Rec. Pesq. Potenciales de México. La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. De Alimentos. ICMYL / INP, 741p.
- Pérez-Vivar, T.L., 1995. Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México. Tesis Profesional. U. de G., 106p.
- Ramírez, H.E. y A. González P. (eds.), 1976. Catálogo de peces marinos mexicanos. SIC/INP. México, 462p.
- Ramírez G., R., 1977. Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima. DEPES. Tomo 2, México, D.F., 269-368p.
- Ramos-Cruz, S., 1996. Evaluación de la pesquería de lutjánidos (pargos y huachinango) en el área costera de Salina Cruz, Oaxaca, México. Boletín Informativo. CRIP-Salina Cruz, Oax., 13p.
- Rocha, O.A. y V.M. Muñoz, 1991. Relación entre el crecimiento individual y el de los otolitos del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en la Bahía de la Paz, B.C.S. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. S. Nicolás de los Garza, N.L., Méx. 28p.
- Rojas C., V., 1996. La situación actual de la pesca ribereña en la costa del estado de Colima. Tesis de Licenciatura, U. de C., 71p.
- Rojas-Herrera, A., A. Santamaría M., J. y F. Elorday G., 2000. Desarrollo gonádico y época de desove del huachinango (*Lutjanus peru*) (Nichols y Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Guerrero, México. Programa y resúmenes del XII Congreso Nacional de Oceanografía, Huatulco, México.
- Rojas-Herrera, A. A., 2001. Aspectos de la dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis doctoral de la Universidad de Colima, 193p.
- Ruiz, S.H., A. Osegueda, M. Guzmán y S. Coronel, 1982. Ciclo reproductor del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922)(Pisces Lutjanidae) del Pacífico Sur de México. Inédito. UNAM; ICMYL, 15p.

- Ruiz, S.H., 1983. Reproducción del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae) del Pacífico Sur de México. U. Nal. Federico Villareal, Perú. Tesis Profesional. 72p.
- Ruiz-Luna, A., E. Girón B., J. Madrid V. y A. González B., 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología, Morelia Mich., México, 188 - 201.
- SAGARPA, 2000. Anuario estadístico de pesca 1999. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura de SAGARPA, México, D.F. 280 p
- SAGARPA, 2002. Anuario estadístico de pesca 2001. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura de SAGARPA, México, D.F. 290 p
- SAGARPA, 2003. Anuario estadístico de pesca 2002. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura de SAGARPA, México, D.F. 285 p
- Santamaría, M., A. y E. A. Chávez, 1999. Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. Rev. Biol. Trop. Vol. 47 N° 3.
- Saucedo, L.M., 1998. Análisis de la dieta alimenticia de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y *L. guttatus* (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Periodo 1995-1996.
- Schaefer, M., 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. IATTC / Bol. CIAT, 2: 247-268.
- SEMARNAP, 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEMARNAP, 1998. Anuario Estadístico de Pesca 1997. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEMARNAP, 1999. Anuario Estadístico de Pesca 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEPESCA, 1985 a. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 513p.
- SEPESCA, 1985 b. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 327p.
- SEPESCA, 1985 c. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 338p.
- Van der Heiden, A.M., 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. Cap. 4: 149-200. In: Yáñez-Arancibia (ed.) Rec. Pesq. Potenciales de México. La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. De Alimentos. ICMYL / INP, 741p.
- Yáñez-Arancibia, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. UNAM-ICMYL, Publ. Esp. 2:306p.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Jaiba
La pesquería de Jaiba
La pesquería de Jaiba

Jaiba del
Golfo de
California
 Jaiba
 Jaiba
 Jaiba
 Jaiba

BREVIARIO

Jaiba del Golfo de California	
Especie:	Jaiba verde (<i>Callinectes belicosus</i>), jaiba azul (<i>C. arcuatus</i>) y jaiba negra (<i>C. toxotes</i>). • Jaiba verde es la que sustenta la pesquería a nivel regional. • Pesquería relativamente nueva en el estado, aproximadamente 20 años, provocado por el aumento en la demanda internacional. • Actividad artesanal de bajo costo: trampas, aros y figas. • Representa el 32% de la producción de jaiba respecto a litoral Pacífico y el 22% del litoral del Golfo de México.
Tendencia de la captura:	Captura en 1998: 3,025 t.: 72% con respecto al máximo histórico (1996)
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Rendimiento por recluta de Thompson y Belle (1934) transformado a edades.
Estado de la Pesquería:	Aprovechada al máximo
Medidas de manejo:	Control del esfuerzo pesquero por número de trampas (30,000 en total; 50 trampas por embarcación); uso de trampas y aros; talla mínima de 10 cms. de anchura de caparazón.
Objetivo de las medidas:	Recuperar el nivel de la biomasa, mantener una F. de 2.5 y una tasa de explotación de 1.97 por año para todas las edades.



Jaiba del Golfo de California

Raúl E. Molina Ocampo¹
J. Fernando Márquez Farías²
Evlin Ramírez Félix²

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas
Calle Miguel Alemán No. 605 sur, C.P. 85400
Guaymas, Sonora, México
rmolina@gys.megared.net.mx}

²Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Norte.
Calzada Sábalo Cerritos s/n. Estero El Yugo. C.P. 82010
Mazatlán, Sinaloa, México

LA PESQUERÍA

Importancia

La pesquería de jaiba en el Pacífico mexicano inició a principios de la década de 1980 y su volumen de captura presenta variaciones alcanzando un valor máximo de aproximadamente 14,000 t en 1996. Durante el período 1991-2001, éste litoral incrementó notablemente su aportación a la captura total nacional al pasar del 21% en 1991 al 60% en 2001, en 2002 su contribución representó el 49% (SAGARPA 2002; 2003).

El valor a precio de playa de las capturas en 2002 fue de 143 millones de pesos, lo que representó el 1.03% del valor total de la producción pesquera en el país, ubicándose en el décimo lugar de entre las 50 principales especies explotadas (SAGARPA 2003).

Las principales entidades del Pacífico que participan en ésta pesquería en orden de importancia son Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, quienes en conjunto sumaron el 90% de la producción del Pacífico con 45%, 33% y 7.3%, respectivamente durante 1982-2002.

Las especies de jaiba que se capturan en el Pacífico mexicano son *Callinectes arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes*, mismas que presentan diversa distribución geográfica, sin embargo, comparten hábitats en sistemas lagunarios, en la ribera de los mismos y en la zona marina costera. Su pesquería constituye una actividad relativamente artesanal que inició hace aproximadamente veinte años para consumo humano directo y en pequeño mercadeo (Ramírez-Félix *et al* 2003; Montemayor-López 2001; Pérez-Ríos 2001; Molina y Montemayor 1998). Las artes de pesca que se emplean son muy sencillas y de bajo costo; entre las más comunes están las trampas, los aros y las fisgas (Molina 1999; González-Ramírez *et al*

1996). *C. bellicosus* domina en la captura comercial en todos los Estados (Tabla 1), pero con diferente proporción, seguida de *C. arcuatus*, y sólo en Sinaloa se presenta captura sobre *C. toxotes*.

Tabla 1. Proporción porcentual de especies de jaiba en capturas comerciales de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora (fuente: bitácoras del Programa de Pesca Ribereña del INP).

Entidad	<i>C. arcuatus</i>	<i>C. bellicosus</i>	<i>C. toxotes</i>
Baja California	44	56	
Baja California Sur	5	95	
Sinaloa	41	57	2
Sonora	5	95	

Biología

En la costa del Pacífico de América se encuentran 6 géneros de la familia Portunidae, 5 de los cuales están presentes en el área del Golfo de California. Las diferentes especies de la familia Portunidae (jaibas) se encuentran en las lagunas costeras, bahías y plataforma continental del Pacífico mexicano (Hendrickx 1984).

La distribución geográfica de *C. arcuatus* va de California, E.U.A. a Perú, incluyendo el Golfo de California, México; *C. bellicosus* se distribuye desde el sur de California, E.U.A. hasta el Golfo de Tehuantepec, incluido también el Golfo de California, México, y *C. toxotes* desde el sur del Golfo de California, México hasta Colombia (Hendrickx 1995; Correa-Sandoval 1991; Paul 1982a).

Su distribución se restringe a aguas costeras de la plataforma continental hasta profundidades de 55 m. Son eurihalinas y llegan a tolerar salinidades de 15 a 40 ppm (Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga 2000a y 2000b; Prager 1996, García-Kauffman y Franco-López 1989; Paul 1982a, Dawkins 1970, Dawkins y Hendrickson 1973). Por su distribución biogeográfica se ha sugerido que *C. bellicosus* es una especie de origen boreal con intrusión al Golfo de California, mientras que *C. arcuatus* tiene afinidad de la fauna panámica a pesar de que ambas son especies simpátricas en una parte de su distribución geográfica (Correa-Sandoval 1993). *C. bellicosus* se asocia con mayor frecuencia a lagunas costeras y esteros con sustratos suaves compuestos de fango y detritos (Orth *et al.* 1996, Dawkins y Hendrickson 1973, Dawkins 1970), aunque también se ha observado que es abundante en sustratos compuestos de macroalgas y pastos marinos como la región del Canal de Infiernillo, entre la Isla Tiburón y la costa de Sonora (Torre *et al.* 2004, Montemayor-López 2001, Hudson-Weaver *et al.* 2001, Correa-Sandoval 1995, Fischer *et al.* 1995).

Las tres especies principales para la captura se encuentran a una profundidad y temperatura del agua similar, pero *C. arcuatus* y *C. toxotes* se han encontrado en un intervalo más amplio

de salinidad (1-65 y 0-58, respectivamente) en comparación con *C. bellicosus* (31-38). Aunque *C. toxotes* se presenta en un intervalo amplio, se registró con mayor frecuencia en salinidades por debajo de 30, dominando en aguas menos salinas de los sistemas lagunares y esteros (Norse y Estévez 1977, citado por Paul 1982a), siendo *C. arcuatus* la especie más eurihalina. No se observaron preferencias de *C. arcuatus* entre bajos o altos niveles de salinidad, mientras que *C. bellicosus* es la menos eurihalina de las tres, ya que se encuentra en intervalos de salinidad menores, con preferencia por condiciones cercanas a aguas marinas ó completamente marinas (Paul 1982a).

El crecimiento de los crustáceos decápodos es un proceso discontinuo consistente de una sucesión de mudas (ecdisis) separadas de un período entre mudas. La muda es un proceso continuo en la vida del crustáceo. Durante el período intermudas el integumento es duro y se retrasa el crecimiento. En cada muda el crustáceo se despoja del integumento y crece rápidamente en un período muy corto antes de que el nuevo integumento se endurezca. Por lo que se puede describir el crecimiento con dos componentes: el incremento de las mudas o el incremento en tamaño que ocurre en una muda, y otro es el intervalo de las mudas (ecdisis) o la duración entre dos mudas sucesivas. También ocurren pequeños incrementos en peso a través de cambios en el contenido del tejido durante el período intermuda (Barnes 1975).

El mecanismo que controla la ecdisis es una interacción antagónica entre una hormona que inhibe la muda producida en la glándula del seno-órgano X localizada en el pedúnculo del ojo y la hormona de la muda ecdisona producida en el órgano Y localizado ventralmente en el pedúnculo del ojo. Previo a la muda, el exoesqueleto retira sales inorgánicas y las almacena en los gastrolitos y otros sitios. El exoesqueleto antiguo es roto por las enzimas del fluido de muda, y se secreta una nueva cutícula. La jaiba rápidamente absorbe agua, rompe el viejo exoesqueleto junto con las suturas entre el carapacho y el esternón, y se sale por la parte posterior del viejo exoesqueleto. Posteriormente se presenta una rápida depositación al haber recuperado sales inorgánicas para endurecer la nueva cutícula (Barnes *op. cit.* 1975).

El crecimiento de los tejidos es rápido, Dittel y Epifanio (1984) reportaron que *C. arcuatus* crece hasta 108 mm de Ac en un año, Paul (1982b) que se incrementa de 20 mm a 90 mm de Ac en un intervalo de 240 días en la Laguna Huizache-Caimanero. Ruiz-Camacho *et al* (1985) para *C. arcuatus* del estero el Sábalo, Sinaloa, determinaron un valor del coeficiente de crecimiento del modelo de von Bertalanffy de $k=1.9$ (1/año). Alejo-Álvarez y Ávila-Martínez (1977) para *C. toxotes* estimaron un valor de $k=2.61$ (1/año). Ayala-Espinoza y Espinoza (2000) estimaron para *C. bellicosus* un valor de $k=2.89$ (1/año) para machos y de $k=3.85$ (1/año) para hembras en la Bahía de Santa María La Reforma, Sinaloa.

La curva de captura de jaiba *C. bellicosus* de Sonora, linealizada según Sparre y Venema (1997) indica que la mayor mortalidad debido a la pesca inicia después del primer año, siendo la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) de 0.88 año^{-1} y la tasa instantánea de mortalidad natural (M), estimada a partir de la ecuación empírica de Pauly (1980) de 1.19 año^{-1} . La ecuación de captura es:

$$\ln\left(\frac{N}{\Delta t}\right)=13.69-3.54t$$

Donde N es el número de sobrevivientes al tiempo t , y los números 13.69 y 3.54 los valores de la curva de captura linealizada mediante mínimos cuadrados, el primero es el coeficiente de intersección (a) y el segundo es la pendiente negativa que representa la tasa de mortalidad (Molina-Ocampo 2001).

Los análisis básicos de la población indican que *C. bellicosus* presenta un tipo de crecimiento alométrico ($b=2.4$), principalmente en primavera y verano. Los machos en general son mas grandes y robustos que las hembras con una varianza similar para las diferentes tallas, excepto para el caso de hembras ovígeras, o recién ocurrido el desove.

La relación peso-longitud estimada fue la siguiente:

$$P=0.0073 \times L^{2.446}$$

Donde P es el peso en gramos y L la longitud del cefalotórax (L_c) medida en milímetros, desde la parte central de los dientes frontales al inicio del primer somita abdominal o borde posterior del caparazón.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy se obtuvieron por análisis de progresión modal usando longitudes del cefalotorax (Sparre y Venema 1997), con los siguientes resultados; para crecimiento en longitud:

$$L_t=100 \cdot [1-\exp (-0.95 \cdot (t+01))]$$

y para crecimiento en peso:

$$P_t=569.27598 \cdot [1-\exp (-0.95 \cdot (t+01))]^{2.446}$$

En las costas de Sinaloa se han encontrado ejemplares de *C. bellicosus* de 92 a 171 mm de Ac y de 29 a 527 g de peso fresco (Paul y Flores-Verdugo 1980). La mortalidad natural se debe en mayor proporción a la depredación por peces tetraodóntidos conocidos como botetes (del género *Sphoeroides*) e incluso se ha observado canibalismo (Dittel *et al* 1995).

El ciclo de vida de la jaiba (Fig. 1) se inicia con el apareamiento de machos y hembras que se lleva a cabo en el océano. La masa ovígera o *hueva* es cargada por la hembra por un período de dos a tres semanas, en esta fase la hembra se alimenta poco y se prepara para la eclosión de los huevecillos. Una vez llevada a cabo la eclosión surge el primer estadio larvario llamado nauplio, posteriormente éste se transforma en zoea y cambia progresivamente a ocho sub fases distintas hasta que se transforma en una terminal llamada *megalopa* (Hines y Ruíz 1995, McKenzie 1970). Esta transformación ocurre en el mar abierto a los 30 días de la eclosión. Durante su vida planctónica, la *megalopa* no se alimenta, sino que se ocupa de nadar activamente hacia la costa, guiada aparentemente por señales vibrátiles detectadas por algunas estructuras especializadas de sus antenas (Sánchez-Ortiz y Gómez-Gutiérrez 1992). La *megalopa* experimenta una sola muda, que cambia radicalmente de forma y produce el primer estadio bentónico, ya muy semejante al adulto. Esta fase se lleva a cabo

en las zonas costeras, principalmente en esteros y lagunas (Orth *et al.* 1996, Fischer *et al.* 1995). El tiempo de las fases larvales de la jaiba puede variar dependiendo de la especie y de factores ambientales como temperatura, salinidad, irradiancia y disponibilidad de alimento (Morales-Bojórquez 1993). Aunque el periodo de vida no se ha determinado con certeza, se estima que la especie puede llegar a vivir hasta cuatro años e iniciar su reproducción en el primer año (Lipcius y van Engels 1990).

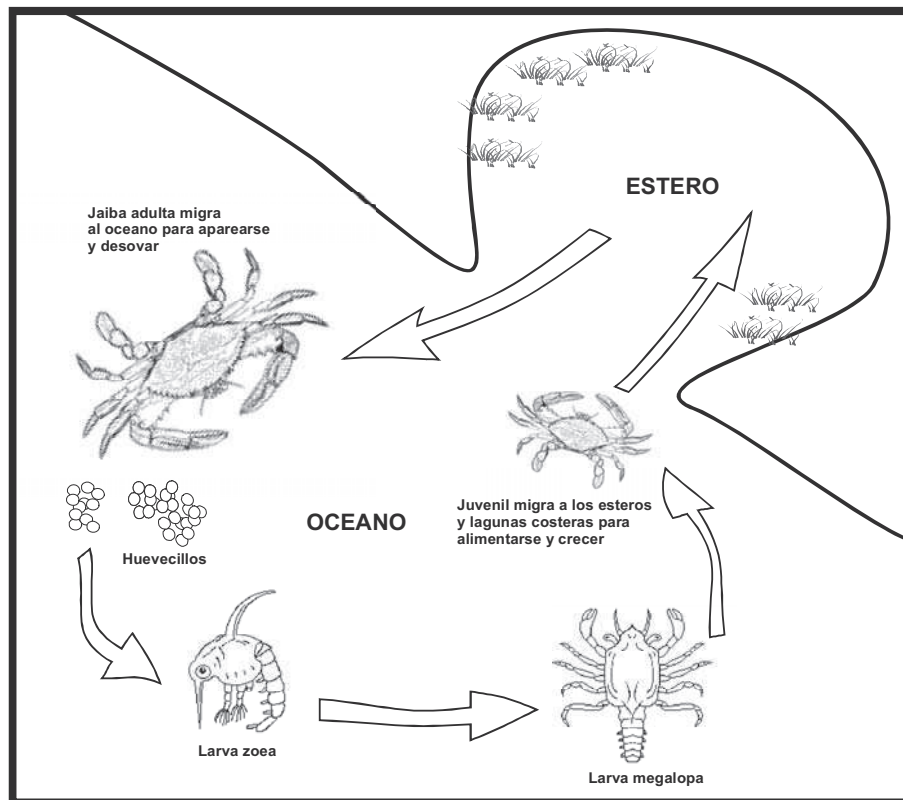


Figura 1. Ciclo de vida de la jaiba, *Callinectes* spp. del Pacífico mexicano (Diseño: R. Molina)

La abundancia de las poblaciones de jaiba puede fluctuar drásticamente cada año. Son organismos con estrategia de selección reproductiva del tipo “r”, misma que se caracteriza por una alta fecundidad, tener un crecimiento rápido, alcanzar su madurez sexual tempranamente, altas tasas de mortalidad y una duración de vida corta. Dichas especies presentan grandes fluctuaciones interanuales en su abundancia debido a que el éxito de la reproducción está fuertemente asociado a factores ambientales.

Las jaibas son heterosexuales y exhiben un claro dimorfismo sexual. Los machos presentan un abdomen largo y delgado en forma de T invertida, que en los inmaduros está pegado al abdomen y en los maduros cuelga libremente. Las hembras se caracterizan por el abdomen triangular y sellado al cuerpo, en el caso de las inmaduras; y redondeado y ancho en el de las maduras. Las hembras ovígeras son todas aquellas hembras con huevos expuestos en sus diferentes estadios gonádicos (Hendrickx 1995). Como muchos organismos marinos, el apareamiento y desove ocurren en tiempos diferentes.

Después de analizar los estómagos de jaibas capturadas en Bahía Magdalena, B.C.S. se ha encontrado que la materia orgánica ocupa un lugar predominante como tipo alimentario del

espectro trófico de la jaiba. Esta puede ser de organismos en descomposición o del producto de la captura de moluscos bivalvos y gasterópodos no identificados. Otros componentes del espectro trófico son: *Chione californiensis* (almeja roñosa), *Aminoea* sp. (caracol), *Tagelus affinis* (navaja), *Orchestoidea* sp. (anfípodo), *Bryopsis* sp. (alga verde), *Callinectes* spp. (jaibas). Al analizar los resultados del contenido estomacal de las diferentes clases de talla, por sexo y el grado de madurez, se observa que no existe una tendencia a los tipos alimentarios, por lo que se puede calificar a la especie como un organismo omnívoro (González-Ramírez *et al*, 1990).

El destino de toda la producción de jaiba es para consumo humano directo, misma que aportó un valor económico total nacional en 2002 de \$143,189,000 (SAGARPA 2003).

Extrapolando los porcentajes de aportación en 2002 del volumen total de captura de jaiba por Estado al valor total económico del mismo, Sinaloa aportó aproximadamente \$35 millones; Sonora \$19 millones y Baja California Sur, \$899, 000 y Baja California, \$459,000.

En Sinaloa el pescador en playa recibe un pago promedio de \$4.50 y \$10 por kilogramo de jaiba azul y café, respectivamente (Singh-Cabanillas y Macías 2003). Los pescadores de San Felipe, B.C. (Silva-Ramírez 2003) y de Santa María La Reforma, Sin., consideran que después del camarón, la pesca de jaiba es la mejor alternativa porque se puede encontrar este recurso casi todo el año y por el nivel de los ingresos (Rodríguez *et al.*, 2001).

El rol de cada participante en la comercialización de jaiba en Sinaloa es como sigue: el dueño de la planta es el poseedor de los permisos de pesca, el comprador del producto en playa solamente es un intermediario (gana uno o dos pesos por kilogramo), el producto es amparado por el permiso de la planta, el pescador usualmente captura sin permiso, gana menos y arriesga su equipo de trabajo.

El comprador funciona aquí como un intermediario, el cual solamente invierte en lo necesario para la recepción del producto y la transportación del mismo a la planta procesadora, las inversiones en combustible, en artes de pesca, equipo, su reposición y mantenimiento son por cuenta del pescador, por lo que una buena parte de la inversión la realiza el pescador asumiendo los riesgos asociados a las faenas de captura. La inversión en el combustible representa entre el 30% y 50% del valor de la producción, y el pescador recupera este costo sólo si el volumen de las capturas es suficiente (Rodríguez *et al* 2001).

En el caso particular de la jaiba, uno de los factores que impulsaron el desarrollo de su pesquería fue la demanda de su carne por el mercado Norteamericano, el cual es el de mayor importancia. La carne de jaiba que se vende a Estados Unidos y Canadá se exporta como pulpa (*picked meat*) y tenazas (*cocktel claw*). Los dos obstáculos que ha enfrentado el mercado de exportación de jaiba son el abastecimiento continuo (ya que por eventos ambientales tipo *El Niño*, la biomasa disponible es muy variable). El segundo aspecto es la competencia por el mercado; la introducción de jaiba procedente del Indo Pacífico a los mercados de Norteamérica obligan a la declaración de salvaguardas para su exportación.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

En la captura de jaiba participan generalmente hasta dos pescadores, se realiza con una embarcación de fibra de vidrio de 18-23 pies de eslora, motor fuera de borda entre 40-115 CF; las artes de pesca más utilizadas son las trampas y aros, en ambos casos el arte se opera a mano. Cada embarcación lleva hasta un máximo 80 trampas o aros (DOF, 15 marzo 2004). Las trampas son del denominado tipo Chesapeake, de malla metálica de 2.75" y 3.0" de abertura, con cuatro entradas cónicas y un compartimiento para carnada con paño de red (DOF, 15 marzo 2004). Los aros jaiberos se construyen con alambre galvanizado de 3 mm de diámetro aproximadamente, una boya, cabo de polietileno de 4 mm de diámetro para los tirantes y paño de red. Existe una variedad de diámetros de aro (Gil y Sarmiento 2001).

La pesca de jaiba en Sinaloa se realiza regularmente durante los flujos de marea. Se suspenden las capturas dos días antes de los cuartos lunares debido al rendimiento bajo que obtienen cuando el flujo de marea se reduce. La extracción se lleva a cabo principalmente en el flujo de marea de las primeras horas del día (5 a 12 horas) durante el verano, cambian el período de pesca al flujo de marea vespertino (13 a 20 horas) en invierno. Lo anterior, a decir de los pescadores, debido a que en la mañana invernal el agua está muy fría y la jaiba no responde activamente a la carnada (Rodríguez *et al* 2001). En Sonora, esto aplica únicamente en el sur, donde se pesca dentro de lagunas y bahías (Lobos a Agiabampo), y es durante marea alta (cuando hay flujo de marea). En el litoral existe la marea tipo semidiurna por lo que en las fases "vivas" (dos al mes) se presentan dos pleamares y dos bajamares en el mismo día de marea, esto favorece los recambios de carnadas y revisión de trampas. En el resto del litoral sonorense y en el norte de Sinaloa también se pesca en la ribera, hasta cerca de 25 m de profundidad; las trampas se revisan por la mañana, se coloca carnada nueva y se revisan regularmente 24 h después. En el alto Golfo de California se tienen amplitudes de marea muy grandes (cerca de 10 m) por lo que en las zonas de pesca (El Tornillal a Bahía Adair) se aprovechan únicamente las pleamares.

En 2001, operaron en Baja California (ambos litorales), Baja California Sur, Sinaloa y Sonora 2,193 embarcaciones menores, con aproximadamente 4,386 pescadores, 41,830 aros (solo en Sinaloa) y 85,236. En la temporada 2001/2002 hubo 139 permisionarios (Tabla 2) en Baja California Sur, Sinaloa y Sonora, de los cuales el 66% correspondieron al sector social y el 33% al privado (Ramírez-Félix *et al* 2003), en Baja California 8, de éstos, 5 en el Pacífico y 3 en el Golfo de California (Silva-Ramírez 2003).

Tabla 2. **Participantes en la pesquería de jaiba en 2001 por entidad.**

Entidad	Permisos (no.)	Sector (no.)	Social (%)	Sector (no.)	Privado (%)
*Baja California	8				
Baja California Sur	34	18	53	16	47
Sonora	95	73	77	22	23
Sinaloa	10	1	10	9	90

A inicios de la pesca de jaiba en Sonora, ésta se realizaba principalmente en los esteros y bahías con figas y aros. Se estima que solo un 10% de la población dedicada a la pesca practicaba la extracción de jaiba con fines de consumo domestico, y la producción era entre 5 y 8 kg por jornada. Cuando se introdujeron las trampas, se capturaban en promedio 250 kg por día al inicio de la temporada y cada panga operaba 90 trampas, con un rendimiento por trampa de 3 kg.

Tendencias históricas

Las capturas anuales de jaiba en el Golfo de California (Baja California Sur, Sinaloa y Sonora) han fluctuado, con máximos en 1996 y 2000, con 12,600 y 11,000 t de peso vivo, respectivamente.

La Figura 2 muestra el comportamiento de las capturas para Baja California Sur, Sinaloa y Sonora durante 1982-2002. Se observa un máximo de casi 12,600 t de jaiba en contraste con mínimos de hasta 34 t (al inicio de la pesquería); sobresalen las oscilaciones alrededor de los eventos climáticos cálidos, particularmente en el periodo 1997–1998. De acuerdo con la evolución de las capturas y con la introducción de las trampas y aros como unidad de esfuerzo en 1990, se nota desde el origen de las capturas en 1982, que la pesquería evolucionó gradualmente hasta un máximo en el periodo 1996-1997. Después del máximo secundario, la captura declinó hasta las 7,000 t.

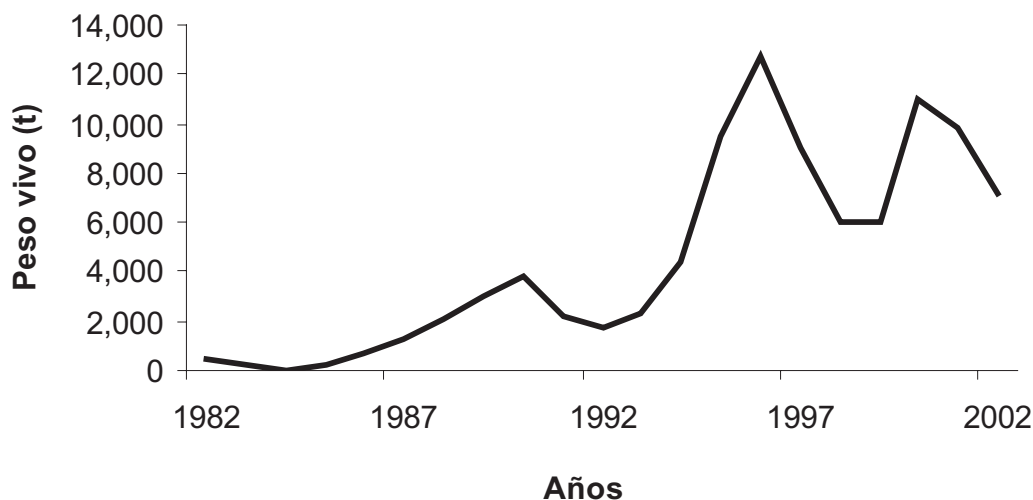


Figura 2. Captura comercial de jaiba del género *Callinectes* de 1982 a 2002 en Baja California Sur, Sinaloa y Sonora

En 2001, el rendimiento de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) expresado en kilogramos por arte por 240 días de marea se muestra en la Tabla 3, en el caso de Baja California, Baja California Sur y Sonora solamente se incluyen trampas en las artes y en el de Sinaloa es la sumatoria de los aros y las trampas, aunque eso no significa que el poder de pesca de ambas es similar, por lo que habrá que realizar estudios al respecto.

Tabla 3. Captura por unidad de esfuerzo aplicado en 2001 para la pesquería de jaiba por Entidad.

Entidad	Captura (miles de kg)	Artes (no.)	CPUE (kg arte ⁻¹ día ⁻¹)
Baja California	0.477	2,215	0.20
Baja California Sur	664	6,941	0.40
Sonora	4,478	50,820	0.37
Sinaloa	4,685	67,090	0.30

Pesca incidental

La pesquería masiva de camarón y escama en el Golfo de California, es realizada por una flota de barcos camaroneros que operan con redes de arrastre. Estas redes solamente se encuentran provistas de dispositivos excluidores de tortugas (DET), por lo que una gran diversidad de especies marinas, principalmente peces e invertebrados, capturados incidentalmente durante las maniobras de pesca de estos barcos, siendo las jaibas parte sustancial de esta captura incidental. Hasta hace unos 12 años las jaibas capturadas en la flota arrastrera eran devueltas al mar, ya que no podían competir por el espacio en bodega destinado para el camarón. En años recientes, cuando la demanda de jaiba aumentó, los barcos camaroneros fueron medios importantes para proveer de jaiba al mercado local; actualmente se estima que más del 10% de la producción anual de jaiba proviene de la flota de arrastre de camarón (Torre-Cosío 2001).

En la pesquería de jaiba, dependiendo de la carnada que se utilice (cabeza de camarón, sardina, lisa, macarela, cabrilla, etcétera), se ha registrado la captura incidental de las siguientes especies: *Aplysia californica* (vaquita, conejo), *Phyllonotus erythrostomus* (caracol chino rosa), *Pecten spp* (almeja), *Pagurus spp* (cangrejo ermitaño), *Hepatus lineatus* (tanque, tractor), *Sphoeroides annulatus* (botete), *Epinephelus analogus* (cabrilla), *Paralabrax maculatofasciatus* (cabrilla), *Haemulon spp* (mulegino), *Arius spp* (chihuil), roncacho, *Orthopristir spp* (rayadillo), *Lutjanus spp* (pargo), *Eucinostomus spp* (mojarra), *Balistes polylepsis* (cochito) y *Urobatis halleri* (manta redonda, arenera). La especie más común dentro de los esteros es *Aplysia californica*. Aún cuando la mayoría de los organismos como mantas y peces son juveniles, se considera que la captura por trampa es selectiva y de bajo impacto para el ecosistema (Montemayor-López *et al* 2003).

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

La pesquería cuenta con nueve plantas procesadoras de jaiba en Sinaloa, mientras que en Sonora existen trece.

El mercado de la jaiba y su industrialización en Sonora han aumentado en los últimos cinco años. Los registros oficiales indican que existe una planta industrial en cada zona cercana a los principales lugares de captura que se dedican principalmente al proceso y comercialización de jaiba. Dicha infraestructura involucra una importante generación de empleos directos, con capacidad de proceso por arriba de las 100 toneladas por día (Molina-Ocampo 2001).

En Sinaloa, las plantas procesadoras de jaiba emplean temporalmente entre 42 y 250 personas y tienen entre 17 y 50 empleados fijos. Tienen una capacidad de procesamiento de 3,750 a 20,000 kg por día. Generalmente no procesan otros organismos y el origen de la jaiba puede ser tanto de Sinaloa como de Sonora.

Indicadores económicos

El principal mercado de la carne de jaiba es el de exportación. Los Estados Unidos y Canadá son los países que más demandan el producto nacional. Durante los meses de julio a diciembre se dan los mayores volúmenes de comercialización de jaiba obtenida del proceso industrial. En el proceso industrial, la cocción de la jaiba se realiza por vapor a alta presión usando autoclaves industriales de 1000 kg de capacidad, mientras que la obtención de la pulpa y tenaza se realiza manualmente. En esta operación se realizan contrataciones masivas de mano de obra que generan empleos eventuales.

A inicios del año, la pesca de jaiba es escasa por lo que su comercialización se limita al mercado local y regional. Las familias de los pescadores ribereños extraen la pulpa de jaiba (despique) empleando cocción en agua de mar. Para ello utilizan medios tambos de 200 l montados en hornos de leña. El precio en playa que un pescador de jaiba recibe por su producto varía a lo largo de la temporada; en la región de Bahía Kino, una de las localidades de mayor producción de jaiba en Sonora, el precio que se pagó por kilogramo en playa durante 2003/004 fue de \$12; mientras en Sinaloa, en 2003, se pagó el kilogramo a \$4.50 la jaiba azul y a \$10 la café (Singh-Cabanillas y Macías 2003).

El producto terminado también presenta variaciones; en los campos pesqueros de Guásimas y Lobos la pulpa cocida de jaiba se ofrecía en \$75 el kilogramo, mientras que en las pescaderías locales de Guaymas y Empalme el precio promedio osciló entre \$90 y \$110 en 2003/2004.

El procesamiento de la jaiba entera, implica pérdida o merma del volumen de producto final debido a la extracción de grandes cantidades de agua que está presente en el músculo y en las cavidades del exoesqueleto. La pérdida por cocción en agua es del 25% y a vapor es del 15%. La cocción en agua es la práctica mas común en el procesamiento doméstico a baja

escala, y una desventaja es la pérdida de una gran cantidad de proteínas hidrosolubles que quedan en el agua de cocción. La cocción por medio de vapor (en autoclaves o retortas) se emplea con mejor éxito en la planta industrial, ya que se mejora considerablemente el proceso de retención de proteínas de músculo; además de que la inocuidad del producto es de máxima calidad. Cada kilogramo de jaiba fresca produce aproximadamente 0.266 kg de pulpa, esto indica que para obtener 1 kg de pulpa se requieren aproximadamente 3.7 kg de jaiba fresca.

Como alimento la carne de jaiba es rica en proteínas y fosfolípidos, así como de varios minerales, lo que hace que sus características nutricionales sean muy elevadas y apreciadas.

Destino y presentación del producto

La producción de jaiba es para consumo humano directo, y el destino es tanto nacional como de exportación. Los principales mercados para su venta son Guadalajara, Sinaloa, Jalisco, Distrito Federal y Monterrey, e internacionalmente a Estados Unidos, Corea y Japón.

En general, la presentación comercial que se le da a la jaiba es entera fresca congelada, en algunas ocasiones se ha comercializado como entera enhielada, entera cocida congelada y entera fresca (Singh-Cabanillas y Salazar 2003).

La presentación del producto para el mercado internacional es principalmente enlatado, y a su vez se tienen diversas modalidades de venta de acuerdo a su carne, mismas que son (www.exportcrab.com):

“Jumbo lump”, carne blanca de las patas natatorias.

“Lump”, la carne blanca de las patas natatorias fragmentadas.

“Backfin” si proviene del cuerpo en piezas pequeñas y enteras de las extremidades de la 2 a la 4, misma que es de color blanco.

“Special”, carne blanca del cuerpo deshebrada.

“Claw”, carne oscura de la tenaza.

“Cocktail claw”, carne oscura adherida a la tenaza

MANEJO

Medidas Administrativas

En México, la pesquería de jaiba y sus aprovechamientos pesqueros y comerciales no están regulados de manera oficial, sino que existen medidas de carácter voluntario para tal efecto. La jaiba se explota generalmente durante todo el año en todos los Estados, excepto en Sonora donde existen acuerdos que determinan suspensiones temporales de captura, talla mínima y se prohíbe capturar ovígeras. Actualmente el gobierno mexicano ha impulsado esquemas de manejo y regulación que se espera concluyan en la creación de instrumentos normativos y regulatorios (Ramírez-Félix *et al.* 2003).

La Carta Nacional Pesquera emitida en el DOF (15.03.2004) menciona los lineamientos para la captura de jaiba en el Pacífico mexicano, mismos que son, una talla mínima de captura (medida de espina a espina lateralmente, de 95 mm de ancho caparazón (Ac) para *C. arcuatus*, de 115 mm Ac para *C. bellicosus* y de 120 mm Ac para *C. toxotes*. Prohíbe capturar hembras ovígeras y juveniles, así como liberar la masa ovígera de las jaibas. Igualmente, se prohíbe utilizar redes de enmalle, fisgas y atarraya para su captura, así como aros con tamaño de luz de malla menor a 76 mm (3"). Se recomienda un límite en el esfuerzo de pesca de 80 trampas o aros por embarcación, según sea el caso.

También limita el crecimiento del esfuerzo pesquero nominal (trampas y aros), mismo que es de 70,800 para Sinaloa, 43,600 para Sonora y 8,000 para Baja California Sur. Para el resto de los Estados del Pacífico mexicano, según lo determinen los estudios técnicos. Se determina como punto de referencia en el Golfo de California mantener la captura por unidad de esfuerzo diario en 0.35 kg por arte.

Con relación a las áreas de pesca, existen las disposiciones generales previstas en el artículo VIII de la Ley de Pesca en donde sobresalen restricciones relativas a la prohibición de redes de arrastre en bahías, esteros y aguas protegidas.

Análisis Cuantitativo

Los parámetros poblacionales derivados de estudios anuales conducidos por el Instituto Nacional de la Pesca a través de su Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) en Guaymas desde 1996 a la fecha, sirvieron de base para el desarrollo del análisis cuantitativo y sus respectivas estimaciones. La Tabla 4 resume los valores de los parámetros obtenidos de los muestreos en playa provenientes de las capturas comerciales para *C. bellicosus*.

Tabla 4. **Parámetros poblacionales empleados en el análisis cuantitativo de *C. bellicosus*. Suponiendo una mortalidad natural estimada, $M=1.19$ por año para todas las tallas comerciales (Pauly 1980)**

Parámetro	Descripción	Valor estimado
N	Número total de ejemplares examinados	11392
a	Coefficiente de la relación peso-longitud	7.344×10^{-3}
b	Exponente de la relación peso longitud	2.666
L_{∞}	Longitud teórica que alcanza el individuo si llegara a una edad infinita	102 mm
W_{∞}	Peso teórico que alcanza el individuo si llegara a una edad infinita	570 g
K	Parámetro de curvatura o velocidad con que el individuo se aproxima a su longitud infinita	0.95 años⁻¹
t_0	Edad teórica del individuo cuando su longitud es cero	-0.10 años
Z	Tasa instantánea de mortalidad total	2.35 años⁻¹
F	Tasa instantánea de mortalidad por pesca	1.27 años⁻¹

Varios de estos parámetros son comparables con estudios precedentes de la misma especie o de otras especies afines de la familia Portunidae (McKenzie 1970; Hines *et al.* 1987; Lipcius y van Engels 1990; Loran-Núñez *et al.* 1993; Morales-Bojórquez 1993; Hines y Ruíz 1995 y González-Ramírez *et al.* 1996); adicionalmente se consideraron estudios realizados en otras áreas geográficas con las condiciones ambientales similares a la costa de Sonora. Los parámetros requeridos para describir el crecimiento en longitud y peso, se estimaron mediante el uso de hoja electrónica de cálculo básica y el programa FiSAT II en su edición 2003, y se compararon con los métodos de Pauly *et al.* (1993) y Sparre y Venema (1997). La tasa instantánea de mortalidad natural se estimó de la ecuación de Pauly (1980) y la mortalidad total a partir de la curva de captura.

Modelo

Para obtener la mortalidad por pesca F_{it} de la edad i y el año t , se calculó la proporción de la captura por año (P_{pt}) suponiendo que la mortalidad por pesca durante la pesquería es proporcional a la captura. Similarmente se estimó la proporción de individuos que son capturados a lo largo de la estructura de edades (P_{ri}) utilizando la función logística que representa la disponibilidad por edades.

$$P_{pt} = \left(\frac{C_t}{\sum_{t=1}^{t=n} C_t} \right)$$

$$P_{ri} = \left(\frac{S_i}{\sum_{i=1}^{i=n} S_i} \right) \therefore P_{ri} = \left(\frac{1}{1 + \exp(a + bLi)} \right) \Rightarrow \left(\frac{1}{1 + \exp(a + bLi)} \right) \left(\sum_{i=1}^{i=n} \right)$$

Posteriormente, el producto de la proporción de edades y de la producción se multiplica por un factor multiplicativo F_e . Este factor escalar no tiene unidades y se obtiene minimizando la raíz cuadrada del error medio entre la captura y el modelo.

$$F_{it} = P_{pt} P_{ri} F_e$$

La supervivencia de las jaibas de edad i en el año t , que se reclutan a la pesquería esta dada por

$$N_{i+1,t+1} = (N_{it} - \exp^{-M \cdot F_{it}})$$

En virtud de la carencia de estimación de fecundidad de la jaiba verde, se realiza un análisis tipo rendimiento por recluta considerando un número constante de jaibas pre-reclutas de edad i al año t de 10 millones de individuos.

Siguiendo los procedimientos convencionales de dinámica de poblaciones, la captura en número esta dada por

$$C_{it} = (N_{it} - N_{i+1}, t+1) \left(\frac{F_{it}}{M + F_{it}} \right)$$

La captura en peso es el producto del peso promedio de la edad i y la captura en número C_{it} .

La biomasa vulnerable Bit es el producto de los individuos de la población por el peso promedio w_i de la edad i , calculada como

$$Bit = Nit w_i$$

La tendencia de la biomasa se evalúa ajustando la captura estimada a la captura reportada de Sonora y Sinaloa. Adicionalmente, se ajusta el peso promedio de la captura observado y estimado. El razonamiento del procedimiento para el ajuste sigue lo descrito por Márquez-Farías (2001).

La razón o proporción de cambio de la biomasa se calculó considerando como base la biomasa calculada en 1989 como:

$$\%Bt = \left(\frac{Bt_{2002}}{Bt_{1989}} \right) \times 100$$

del mismo modo, se determinó para el mismo periodo la tendencia de la razón de cambio del peso promedio individual del stock, peso promedio individual de la captura, y el número de individuos. El valor de los parámetros utilizados en el modelo se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. **Parámetros poblacionales empleados para el uso del modelo de análisis de población**

Parámetro	Valor	Referencia
Crecimiento		
K	0.95	Márquez-Farías 2001
L_{∞}	100 mm	
t_0	-0.1	
Peso-longitud		
a_0	0.0073	Molina-Ocampo 2000a y 2001
b_0	2.446	
Selectividad		
a_1	11.24	Márquez-Farías 2001
b_1	0.17	
$L_{50\%}$	66.12	
Mortalidad natural		
M	0.909	Márquez-Farías 2001

Estado actual de la pesquería

Con base en las estimaciones de la tendencia de la biomasa respectiva a la fracción de la población de jaiba en las localidades de Bahía de Kino y Punta Chueca, Sonora (Márquez-Farias 2001) así como los resultados del presente estudio suponiendo la existencia de una sola población explotada en Sonora y Sinaloa, se determina que la pesquería de jaiba se encuentra en fase de explotación plena. Se considera que es necesario identificar un punto de referencia que sirva como auxiliar para la administración de la pesquería. La población de jaiba de Sonora y Sinaloa ha disminuido un 29% de su nivel inicial de poco más de 133,000 toneladas, y se considera que existe una biomasa susceptible de ser explotada de poco menos de 100,000 toneladas en las costas de Sonora y Sinaloa.

La jaiba *C. bellicosus* tiene un rápido crecimiento alcanzando al término del primer año de edad poco más del 60% de su tamaño y 35% de su peso. En el modelo poblacional el valor de M se consideró constante para toda la estructura de edades y durante toda la pesquería. Dado lo anterior, es necesario tomar las estimaciones con cautela hasta que se disponga de una mejor estimación de M . El supuesto de que la mortalidad por pesca por edad y tiempo (Fit) es representada por sus respectivas proporciones (Ppt y Pri) se considera por ahora necesario y provisional, hasta que estimaciones más robustas de F sean aproximadas por métodos alternativos existentes. Hasta que no se defina la función que mejor describa la relación parentela-progenie de la población de jaiba, el descenso de la población por efecto de la pesca se ve compensado artificialmente por un nivel de reclutamiento igual cada año.

Estado de la población de jaiba en Sonora y Sinaloa

Como es de esperar, el peso individual promedio del stock y de la captura presenta una tendencia proporcional a la biomasa del stock aunque se aprecian algunas oscilaciones en la tendencia (Fig. 3). Para el año 2002, la razón de cambio del peso individual promedio del stock y de la captura es de 81% y 85%, respectivamente. Las diferencias en la tendencia y en el valor de la razón de cambio de 2002 con respecto a 1989 pueden ser efecto de la función de selectividad que afecta a la estructura de edades, por lo que los individuos pequeños no están representados en las capturas. A partir de 1996, la biomasa de la población presenta un decremento del 17% con respecto al valor inicial. Durante el periodo de 1997 a 1999, la tendencia de la biomasa de la población se estabiliza alrededor del 22% con respecto al valor de 1989. Esta situación de estabilización se debe a la disminución de la captura después de haber alcanzado un máximo en 1996. La disminución del número de individuos de la población en el 2002 con respecto a 1989 fue de 12% y en el mismo periodo, la biomasa del stock se encuentra al 71% de su estado virgen (Fig. 4).

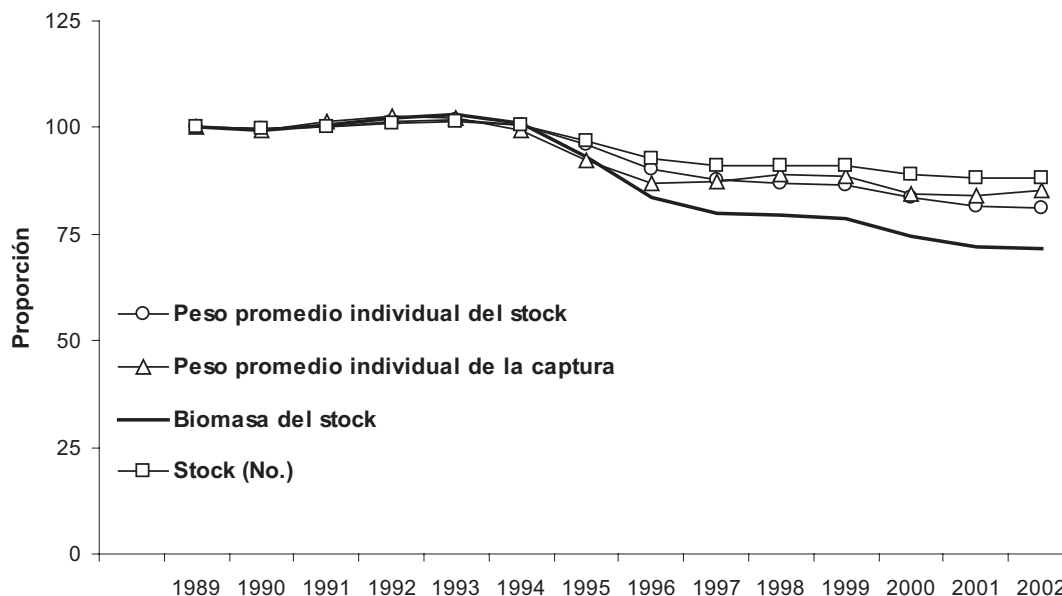


Figura 3. Tendencias del peso promedio individual del stock y de la captura de jaiba; de la biomasa y número del stock con respecto a su estado virgen (100%).

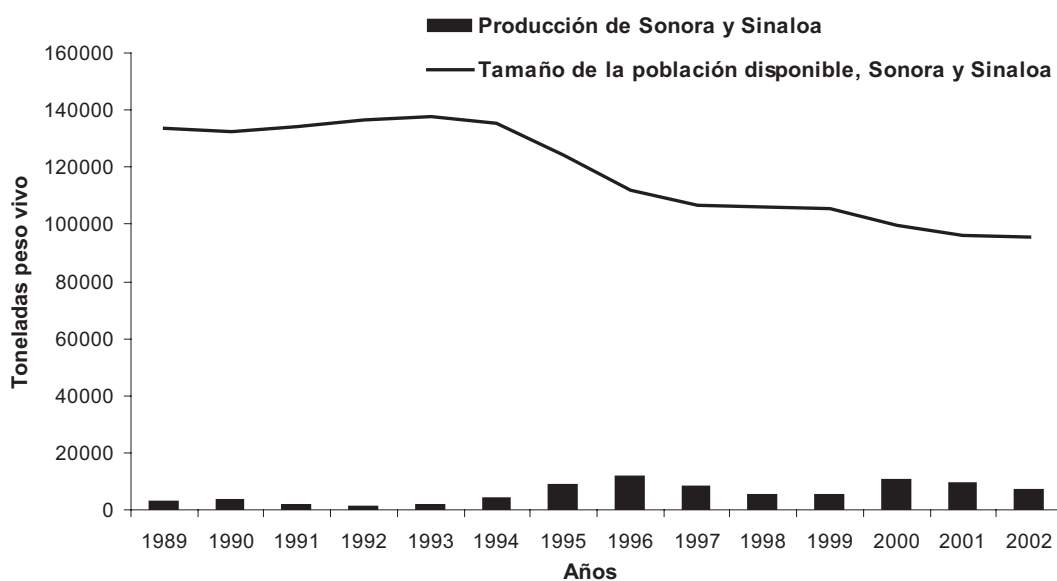


Figura 4. Tendencia del tamaño de la población de 1989 a 2002 y su relación con la biomasa del stock a su estado virgen

El ciclo biológico de la jaiba está muy ligado a las condiciones ambientales afectando los procesos de crecimiento y reproducción. Castro-Longoria *et al.* (2003), reportan que el periodo de reproducción abarca varios meses como estrategia para mantener la fracción de hembras inseminadas y ovígeras externa e intraovaricamente. Además del efecto de factores bióticos y abióticos que inevitablemente afectan la distribución, abundancia y disponibilidad del recurso. Una de las principales debilidades del presente modelo es que no incluye el efecto de la fecundidad para estimar el reclutamiento. Dicho parámetro es de suma importancia para incorporar cambios denso dependientes de la población. Sin embargo, se

considera que la estimación de la tendencia de los componentes de la población como son el peso individual promedio del stock, el peso individual de la captura y el número de individuos del stock representan satisfactoriamente bien la fracción poblacional de jaiba sometida a explotación en la zona costera de Sonora y Sinaloa.

La biomasa de la población de jaiba que remueven las embarcaciones arrastreras no ha sido cuantificada, y es muy importante determinar la proporción que representa con respecto a la captura de camarón para obtener un indicador indirecto de abundancia relativa, especialmente porque se estima que el recurso jaiba se está explotando en niveles cercanos a la máxima capacidad de producción biológica. La comparación entre dicho índice indirecto de abundancia y las estimaciones cuantitativas de la tendencia de la población puede ser evaluada. Otra de las desventajas del modelo implementado es que no considera diferencias entre sexos a pesar de que dichas diferencias son significativas en algunos parámetros como la relación peso-longitud. Se desconoce el efecto que pudieran tener en la estimación de existencias y la tasa de renovación de la población y en consecuencia de la tendencia del la mismo.

Se reconoce la incertidumbre asociada a las series históricas de producción y sus implicaciones directas en la estimación de la mortalidad por pesca, particularmente por la forma de estimación actual de este parámetro. Las series de producción de jaiba de Sonora y Sinaloa muestran una tendencia oscilatoria. Aunque se desconoce la proporción de la producción reportada en Sinaloa que proviene de la zona costera de Sonora la combinación de las series de producción sugiere que se explota la misma población. Lo anterior es justificable ya que la proporción de la capturas de jaiba proveniente de Sonora es reportada en Sinaloa cuando entra en vigor la veda administrativa, adicionalmente, la serie de captura en ambos estados tiene la mismas fluctuaciones (Ramírez-Félix *obs. pers.*). Sin embargo, mas investigación al respecto será necesaria.

Debido a la carencia de índices de abundancia relativa para determinar la tendencia de la población, se sugiere que la determinación del estado de la población en el 2002 debe considerarse como provisional. Se considera oportuno sugerir que la veda administrativa adoptada en cada temporada sea obligatoria.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

A pesar de la aparente abundancia de la jaiba y su disponibilidad a la pesquería, es necesario que se avance formalmente en aspectos específicos de la administración del recurso. Uno de los principales problemas de la pesquería es la carencia de medidas de regulación oficiales. Aunque hay avances en diferentes aspectos orientados al manejo participativo, aun falta mucho por hacer. Teóricamente, se han identificado las rutas de avance para conducir el manejo de la pesquería por Subcomités municipales en el Estado de Sonora, sin embargo, el proceso es lento y el nivel de participación de los integrantes va de modesto a apático. Uno de los mayores inconvenientes en el proceso de consolidación de los Subcomités

municipales es la falta de personalidad jurídica de los mismos. Aunque su estructura ha sido ampliamente discutida a lo interno, las comisiones de vigilancia e investigación, deben tener un sustento financiero permanente y participativo que no ha logrado concretarse. Se espera, sin embargo, que en poco tiempo se constituya el Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura de Sonora que prevé, entre otros, la integración de los programas de investigación, y de inspección y vigilancia, en el marco de un convenio con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el cual la figura de Subcomités, como el de jaiba, podría adherirse oportunamente para el logro de apoyos y seguimientos oficiales (Molina y Márquez 2004). De la misma manera, en Sinaloa, deberá de sesionar el ya integrado Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura para la conformación y operación de cada Subcomité.

La pesquería de jaiba en estos momentos, representa una importante fuente de empleo e ingresos para las comunidades costeras y sería de esperar que la producción se incremente notablemente en los próximos años. Aunque esta pesquería no presenta la problemática tradicional observada en otras pesquerías de relevancia socioeconómica como lo es la pesquería secuencial de camarón, es oportuno diseñar la dinámica en la que las autoridades quieren ver la pesquería de mediano a corto plazo. El reto en la pesquería será entonces, en lugar de una explotación sostenible, buscar que la administración de la pesquería lo sea también.

Campos de colaboración

El Instituto Nacional de la Pesca a través de sus Centros Regionales de Investigación Pesquera en el Pacífico, convocó en 2003 a diversas universidades, centros de investigación y a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) para discutir el estado de la pesquería y proponer un esquema de regulación de la pesquería de jaiba del Pacífico mexicano. Los resultados emanados de este ejercicio concluyeron con el diagnóstico de la situación actual de la pesquería de la jaiba en el Pacífico mexicano, así como en una propuesta de regulación de sus aprovechamientos (Ramírez Félix, et al. 2003).

Lo anterior no solamente ayudó a reforzar los lazos de mutua cooperación entre todas las instituciones participantes, también a detectar las líneas prioritarias de investigación y a convocar a los usuarios del recurso (pescadores, representantes pesqueros y propietarios de plantas) para solicitar su colaboración en el manejo del recurso.

Líneas de investigación

Es necesario conocer información básica sobre la biología pesquera de jaiba en el Pacífico mexicano, saber con certeza como realiza sus desplazamientos, el impacto o efecto de la mayor captura de machos que de hembras, la producción biológica de jaiba en los sistemas lagunarios y en la ribera de los mismos, así como su abundancia en cada uno de ellos.

Abundar sobre su distribución y hábitos alimenticios en sus estadios planctónicos y nectónicos. Determinar si las fluctuaciones de la captura son cíclicas, los mecanismos mediante los cuales las megalopas regresan a los sistemas lagunarios, conocer las corrientes costeras del Pacífico mexicano y los tipos e influencia con los sistemas lagunarios.

El poder de pesca comparativo de todos los artes de pesca así como su selectividad dada la continua evolución y modificación tecnológica. Así mismo, el efecto de instalar ventanas de escape para organismos pequeños en las trampas, y cuantificar la magnitud de la pesca incidental de jaibas en otras pesquerías. También se considera necesario desarrollar programas de cooperación en investigación entre los diversos centros regionales de investigación pesquera del INP con otras instituciones para conocer los patrones temporales y espaciales de asentamiento de las postlarvas.

REFERENCIAS

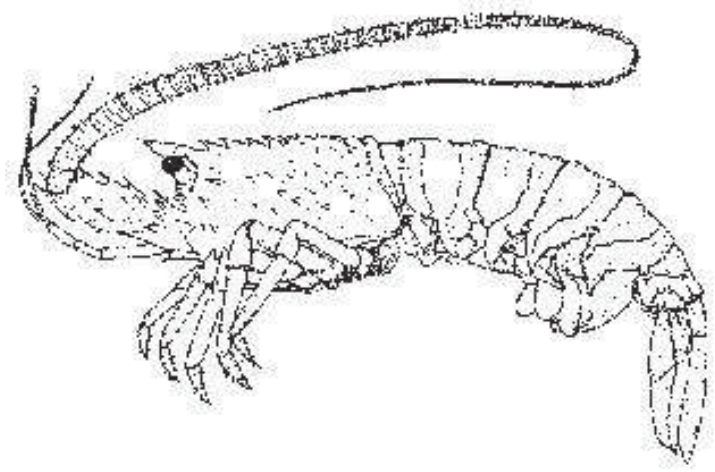
- Alejo-Álvarez, R.J. y C. Ávila-Martínez. 1977. Biometría y crecimiento de la jaiba (*Callinectes toxotes* Ordway 1863) en condiciones de cultivo. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 45 p.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca. 2002. SAGARPA- CONAPESCA, México. Disco Compacto.
- SAGARPA. 2003. Anuario Estadístico de Pesca. 2002. SAGARPA- CONAPESCA, México. Disco Compacto.
- Ayala-Espinoza, C.F. y L.J. Espinoza. 2000. Parámetros poblacionales de la jaiba café *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) en la bahía Santa Maria La Reforma, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 35 p.
- Barnes, R.D. 1975. Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana. México. 826 p.
- Castro-Longoria, R., J. Ramos-paredes, G. Montemayor-López y J. Jiménez-Rodríguez. 2003. Estudio de la biología reproductiva del recurso jaiba, *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) de la costa del estado de Sonora. Informe Final, DICTUS-UNISON, INP-CRIP Guaymas. Hermosillo, Son. , México 48 p.
- Correa-Sandoval, F. 1995. Biogeografía de los cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. En: González-Farías, F. y J. de la Rosa-Vélez (Eds.). Temas de Oceanografía Biológica en México, Vol. II. Universidad Autónoma de Baja California Baja California, Ensenada, México. 284 p.
- Correa-Sandoval, F. 1995. Biogeografía de los cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. Cap. 8, pp. 185-203. En: González-Farías, F. & J. de la Rosa-Vélez (Eds.). Temas de Oceanografía Biológica en México. Vol. II. Universidad Autónoma de Baja California, México., Ensenada. 284 p.
- Correa-Sandoval, P.F. 1991. Catálogo y bibliografía de cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. Comunicaciones Académicas. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México. 32 p.
- Dawkins, D.J. y J.R. Hendrickson. 1973. Tide regulated feeding and movements habits in the blue crab, *Callinectes bellicosus*. J. Ariz. Acad. Sci 8(Proc. Suppl., Abstr.&Prog.):8 p.
- Dawkins, D.J. 1970. Tide-influenced migrational habits of *Callinectes bellicosus* in an estuary of the upper Gulf of California. Biological Studies in the Gulf of California 7(2):6 p.
- Dittel, A.I., A .H. Hines, G. M. Ruiz y K. Ruffin. 1995. Effects of shallow water refuge on behavior and density-dependent mortality of juveniles blue crabs in Cheasepake Bay. Bulletin of Marine Science. 57 (3): 902-916.
- Dittel, A.I. y C.E. Epifanio. 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: zoea, megalopae, and juveniles. Journal of Crustacean Biology, 4(3): 491-494.

- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados. 646 p.
- García-Borbón, J.A., P.A. Loreto-Campos y R.G. Hernández-Valenzuela. 2003. Diagnóstico de la pesquería de jaiba en Baja California Sur. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP La Paz, México. 17 p.
- García-Kauffman, I. y J. Franco-López. 1989. Aspectos ecológicos de las poblaciones del género *Callinectes* (Decapada: Portunidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Rev. Zool. ENEPI, 1:19-25.
- Gil, L.H. y S. Sarmiento. 2001. Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes spp*) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Salina Cruz, Oaxaca, México. 41 p.
- González-Ramírez, P.G., J.A. García-Borbón y P.A. Loreto Campos. 1996. Pesquería de Jaiba. pp. 207 – 226. En: Casas, M. V. y G. Ponce D.(Eds.). Estudio del Potencial Pesquero y Auícola de Baja California Sur. Vol. I. La Paz, B.C.S., México.
- González-Ramírez, P.G., F. García-Domínguez y E. Félix-Pico. 1990. Estudio biológico pesquero de las jaibas *Callinectes bellicosus* Stimpson y *C. arcuatus* Ordway de Bahía Magdalena, B.C.S. Informe de Proyecto CONACyT. Ref.: P220CCOR 881063, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – Instituto Politécnico Nacional., México. 7 pp.
- Hendrickx, M.E. 1995. Cangrejos. 565-636. En: Fisher W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V.H. Niem (Eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. 1 Plantas e invertebrados. FAO. Roma. I. 646 p.
- Hendrickx, M.E. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. III. Clave de identificación de los cangrejos de la Familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán. Universidad Nacional Autónoma de México. 11(1):1-246.
- Hernández-Moreno, L.G. y J.A. Arreola-Lizárraga. 2000a. Crecimiento de la jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en una laguna costera del Golfo de California. Inf. Téc. CIBNOR Unidad Guaymas, México. 16 p.
- Hernández-Moreno, L.G. y J.A. Arreola-Lizárraga. 2000b. Modelo conceptual sobre la ecología de la jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en las lagunas costeras del estado de Sonora, México. Inf. Téc. CIBNOR Unidad Guaymas, México. 22 p.
- Hines, A.H. y G.M. Ruiz. 1995. Temporal variation in juvenile blue crab mortality: nearshore shallows and cannibalism in Chesapeake Bay. Bull. Mar. Sci. 57(3):884-901.
- Hines, A.H., R.N. Lipcius y A.M. Haddon. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. Mar. Ecol. Prog. Ser. 36:55-64.
- Hudson-Weaver, A., J. Torre-Cosío y L. Bourillón-Moreno. 2001. Áreas de pesca de jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 4, pp. 20-24. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.
- Lipcius, R.N. y W.A. van Engels. 1990. Blue crab population dynamics in Chesapeake Bay: variation in abundance (York River, 1972-1989) and stock-recruit functions. Bull. Mar. Sci. 46(1):180-194.
- Loran-Núñez, R.M., G. Valdéz, J. Antonio y F. Escudero. 1993. Algunos aspectos poblacionales de las jaibas *Callinectes spp*. En la laguna de Alvarado, Veracruz. Ciencia Pesquera 10:15-31.

- Márquez-Farías, J.F. 2001. Estado de la población de jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, de Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 6, pp. 33-41. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.
- McKenzie, M. D. 1970. Fluctuations in abundance of blue crab and factors affecting mortalities. S. Car. Wildl. Resour. Dep., Tech. Rep. No. 1.
- Molina-Ocampo, R.E. y F. Márquez-Farías. 2004. La pesquería de Jaiba (*Callinectes bellicosus*) en el Estado de Sonora, México. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Guaymas, México. 23 p.
- Molina-Ocampo, R.E. 2001. Jaiba del Estado de Sonora, *Callinectes bellicosus*. Pp. 329-348. En Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. México. 1044 p.
- Molina-Ocampo, R.E. 2000a. Análisis cuantitativo de muestreos biológicos de jaiba, *Callinectes bellicosus*, provenientes de la pesquería artesanal con trampas en el Canal de Infiernillo, Sonora. Informe Técnico, COBI, A.C., Guaymas, México. 22 p. (Documento disponible a través de Comunidad y Biodiversidad, A.C., <http://www.cobi.org.mx>).
- Molina-Ocampo, R.E. 2001. Normatividad vigente para la Unidad Funcional de Manejo de jaiba en la región de Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 8, pp. 49-53. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.
- Molina, R.E. 1999. La pesquería de jaiba en la costa de Sonora. Bol. Pesca y Conservación 3(7):6-8.
- Molina, R.E. y G. Montemayor. 1998. Evaluación biológico-pesquera de jaiba (*Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus*) en la costa central de Sonora y recomendaciones para el manejo sustentable de su pesquería. Op. Técnica. SAGARPA. INP. CRIP Guaymas, México. 10 p.
- Montemayor-López, G., J.G. Jiménez-Rodríguez, J.F. Márquez-Farías, J.F. y L. Cadena-Cárdenas. 2003. Diagnóstico pesquero y socio-económico del aprovechamiento de jaiba en el litoral del Pacífico noroeste mexicano. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Guaymas, Son., México, 15 p.
- Montemayor-López, G. 2001. Aspectos biológicos de las capturas de jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 3, pp. 11-19. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.
- Norse, E.A. y M. Estevez. 1972. Studies on portunid crabs from the eastern Pacific. I. Zonation along environmental stress gradients from the coast of Columbia. Mar. Biol. 40:365-373.
- Orth, R.J., J. van Montfrans, R.N. Lipcius y K.S. Metcalf. 1996. Utilization of seagrass habitat by the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in Chesapeake Bay: A Review. En: Kuo, J, R.C. Phillips, D.I. Walker y H. Kirkman (Eds.) Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop. Australia, 1996. pp. 213-224.
- Paul, R.K.G. 1982a. Observations on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura: Portunidae) in the Gulf of California. Crustaceana. 42: (1) 96-100.
- Paul, R.K.G. 1982b. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Brachyura: Portunidae) in a lagoon system on the mexican Pacific coast. Est. Coast. and Shelf Sci. 14: 13-26.
- Paul, R.K.G. y F.J. Flores-Verdugo. 1980. La ecología y posibilidades pesqueras de la jaiba *Callinectes sp.* en Sinaloa, México. Bol. Inf. Dep. Pesca. CRIP Mazatlán, México. 18 p.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM 39(3):175-192.

- Pauly, D., V. Sambilay, Jr., y S. Opitz. 1993. Estimates of relative food consumption by fish and invertebrates populations, required for modeling the Bolinao reef ecosystem, Philippines. En: Christensen, V. y D. Pauly (Eds.). Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Pérez-Ríos, R. 2001. Mercado y comercialización de jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 7, pp. 42-48. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.
- Prager, M.H. 1996. A simple model of the blue crab, *Callinectes sapidus*, spawning migration in Chesapeake Bay. Bull. Mar. Sci., 58(2):421-428.
- Ramírez-Félix, E., J. Singh-Cabanillas, H.A. Gil-López, S. Sarmiento-Nafatee, I. Salazar, G. Montemayor, J.A. García-Borbón, G. Rodríguez-Domínguez y N. Castañeda-Lomas. 2003. La pesquería de jaiba (*Callinectes* spp.) en el Pacífico Mexicano: Diagnóstico y propuesta de regulación. E. Ramírez_Félix y J. Singh-Cabanillas (Eds.). SAGARPA, CONAPESCA, INP, México. 47 p.
- Rodríguez, D.G., N. Castañeda, H. Ortega, T. García, R. Garduño y M. Cárdenas. 2001. Diseño de estrategias de comanejo para las pesquerías ribereñas del Golfo de California en condiciones de sustentabilidad (área Santa María La Reforma). Informe Final, Conservación Internacional México, A.C. Programa Golfo de California. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Ciencias del Mar, México.. 35 p.
- Ruíz-Camacho, M.J., C. Ruíz, J.A. Simental, A. López y J.A. Castro-Ayón. 1985. Contribución al conocimiento biológico de *Callinectes arcuatus* (Ordway 1863) Estero el Sabalo Mazatlán, Sin. México. 1983-984. Memoria de Servicio Social Universitario. Escuela Ciencias del Mar Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 72. p.
- Sánchez-Ortíz, O. y J. Gómez-Gutiérrez. 1992. Distribución y abundancia de los estadios planctonicos de las jaibas *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae), en el complejo Lagunar de Bahía Magdalena, B.C.S., México. Rev. Inv. Cien. Ser. Cienc. Mar. UABC. (1): 47-60.
- Silva-Ramírez, T. 2003. Informe sobre la pesquería de jaiba *Callinectes spp* en Baja California. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Ensenada, B.C. , México. 11 p.
- Singh-Cabanillas, J. y V. Macías. 2003. Informe de comisión del proyecto Recursos Bentónicos. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Mazatlán, Sinaloa, México. 5 p.
- Singh-Cabanillas, J. y I. Salazar. 2003. Informe de comisión abril 2003. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Mazatlán, Sinaloa, México. 5 p.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Tec. Pesca 306/1 Rev. 2. 420 p.
- Torre, J., L.Bourillón y A. Hudson-Weaver. 2004. La pesquería de la jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en la región de Bahía Kino y Canal de Infiernillo entre 1998 y 2002. Informe Técnico, COBI. Guaymas, México. 48 p.
- Torre-Cosío, J. 2001. Especies asociadas a la pesca de jaiba verde, *Callinectes bellicosus*, en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Cap. 5, pp. 25-32. En: Montemayor-López, G. y J. Torre-Cosío (Eds.). Unidad Funcional de Manejo de Jaiba Verde, descripción de los aspectos biológicos, económicos, sociales y manejo pesquero de jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. CIMEX, A.C. Programa Golfo de California, México. 62 p.





La pesquería de Langosta
La pesquería de Langosta
La pesquería de Langosta

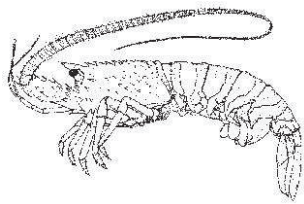
Langosta de la
península de
Baja California

Langosta
Langosta
Langosta
Langosta
Langosta

Langosta

BREVIARIO

Langosta de la Península de Baja California	
Especie:	Langosta roja (<i>Panulirus interruptus</i>) Langosta azul (<i>P. inflatus</i>) Langosta verde (<i>P. gracilis</i>) • Especie de alto valor nutricional, económico y científico. • La mayor parte de la población (84%) se ubica en aguas mexicanas. • <i>P. interruptus</i> es la langosta espinosa más estudiada debido a su importancia en abundancia y valor, ya que sustenta la pesquería del Pacífico norte. • La Langosta roja es una especie longeva y de lento crecimiento, alcanza una edad máxima de 30 años y llega a crecer hasta 190-200 mm. de LC. • A mediados de 1990 se incrementa la demanda de langosta viva en países asiáticos (China, Taiwan, Hong kong y Japón).
Tendencia de la captura:	Captura 1970-2004: Aumento de la producción a 1,810 t. El nivel histórico máximo (2,199 t.) se registra en la temporada 2002-2003, con aproximadamente 92% de Langosta roja y 8% de langosta tropical.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Modelos globales de producción excedente (MPE). Modelo bioeconómico dinámico a partir de los MPE. Métodos analíticos de dos tipos: Modelos de remoción o del tipo Leslie-Delury
Estado de la Pesquería:	Elavada productividad de la región central de la península de Baja California.
Medidas de manejo:	No aumentar el esfuerzo pesquero en la costa occidental de la P.B.C. (DOF-15.03.2004), Veda temporal anual, talla mínima, mayor protección a organismos pre-reclutas y se favorece a reclutamiento a la pesquería (NOM-006-PESC-1993)
Objetivo de las medidas:	Mantener el stock reproductor y reclutamiento a la pesquería en niveles cercanos a la máxima productividad.



Langosta de la Península de Baja California

Armando Vega Velásquez

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz
km 1 carretera a Pichilingue. C.P. 23020
La Paz, B.C.S. , México

LA PESQUERIA

Importancia

Las langostas son recursos de alto valor nutricional, económico, social y científico (Buttler 2001). Por su alto valor en los mercados están expuestas a intensas tasas de explotación, al grado de que muchos de estos recursos en el ámbito mundial se encuentran en sus máximos niveles de producción y en algunos casos se han colapsado.

En las costas del pacifico Mexicano se explotan comercialmente tres especies de langostas espinosas: la langosta roja (*Panulirus interruptus*), langosta azul (*P. inflatus*) y langosta verde (*P. gracilis*). Adicionalmente, existen otras especies como *P. penicillatus* (langosta de las Revillagigedo) y “langostas zapateras” de la familia Scyllariidae (Vega *et al.* 1996; Espinoza 1997 y Hendricks 1995), de las cuales se desconoce su ciclo de vida y producción potencial.

Considerando los patrones de distribución y abundancia de las distintas especies así como las condiciones de explotación a que están sometidas, se ha identificado un esquema de regionalización de las pesquerías de langosta en las costas de pacifico Mexicano, el cual se muestra en la Figura 1.

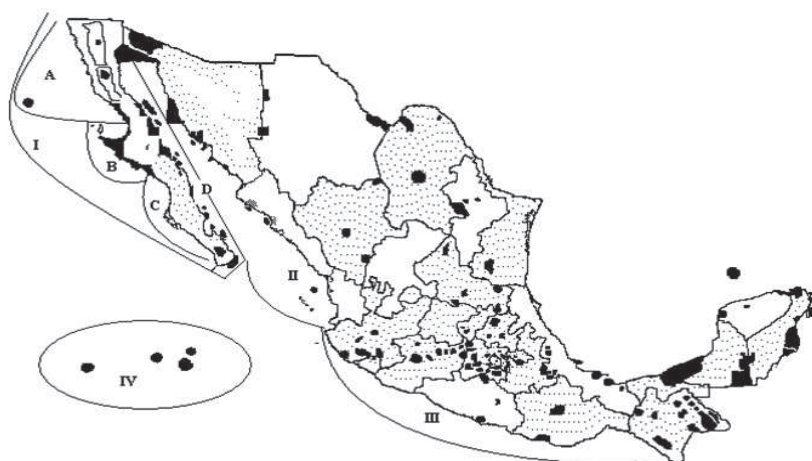


Figura 1 Esquema de regionalización de las pesquerías de langostas espinosas en el Pacífico Mexicano. I) Costa occidental de la península de Baja California (PBC), II) Golfo de California (costa oriental de la PBC y Sonora, Sinaloa y Nayarit), III) Pacífico centro-sur (Jalisco a Oaxaca) y IV) Archipiélago de las islas Revillagigedo. Las zonas de color negro corresponden a áreas nacionales protegidas.

La langosta roja es la especie dominante, con casi el 94% de la producción de la costa occidental de la península de Baja California. El 6% restante corresponde a la langosta azul y verde, que son más abundantes hacia aguas cálidas de la porción sudoccidental de la península, desde Cabo San Lázaro a Cabo San Lucas, BCS. En función del patrón espacial de distribución y abundancia de estas especies, además de características ambientales, se han identificado tres zonas de pesca bien diferenciadas en la costa occidental de la península (región 1):

- A.- Zona norte (Paralelo 28 hasta la Frontera con Estados Unidos de Norteamérica)
- B.- Zona central (Punta Abreojos, BCS. a Isla Cedros, BC.),
- C.- Zona sur (Laguna San Ignacio a Cabo San Lucas, BCS)

Para el caso de langosta roja tal esquema asume que cada zona corresponde a un stock o subpoblación, denominados convencionalmente como stock norteño, central y sureño (Vega y Lluch-Cota 1992; Vega *et al.* 1996). Este se utiliza como referencia para el análisis y evaluación de la pesquería (Vega 2003).

Aunque la distribución total de langosta roja comprende desde la costa occidental de la Península de Baja California hasta la bahía del sur del Estado de California, Estados Unidos de Norteamérica, los datos de producción indican que la mayor parte de la población (84%) se ubica en aguas mexicanas, y aproximadamente 16% en aguas estadounidenses (Vega 1999 y Vega 2003).

La Península de Baja California es la principal región productora de langosta de México. En la última década contribuyó con el 86-92% de la captura del pacífico Mexicano y aproximadamente con el 66% del total nacional. Se estima que la producción de langosta en los últimos cuatro años ha tenido un valor del orden de 27 a 33 millones de dólares, al precio promedio de venta de las sociedades cooperativas. Aproximadamente 90% se exporta al mercado asiático y pequeños volúmenes a Europa. El resto se destina al consumo nacional.

México se ubica en el séptimo lugar en el contexto mundial como productor de langostas espinosas (Palinuridae) y en el 17° respecto a todas las especies de langostas, con un volumen que oscila entre 1,900 a 3,000 t desde 1985 al 2002, según datos de anuarios oficiales. La balanza comercial de productos pesqueros en éste último año indica que las exportaciones mexicanas de langosta fueron de 1,995 t con un valor estimado de 41 millones de dólares, lo que la ubica como la tercera pesquería más importante en generación de divisas, después del camarón y atún (CONAPESCA 2002).

La pesquería de langosta tiene alto impacto socioeconómico por tratarse de un recurso de alto valor, generador de divisas y empleos (Vega *et al.* 1996; 1997 y 2000). En general tiene un carácter eminentemente social ya que tradicionalmente el recurso ha sido explotado por sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP) (Vega *et al.* 1996; Vega *et al.* 1997). Aunque en la península actualmente hay más de 30 organizaciones, los productores tradicionales se agrupan en 26 cooperativas. Se estima que una población de más de 30 mil habitantes distribuida en 60 comunidades ribereñas a lo largo de la costa occidental, se beneficia de manera directa o indirecta de las distintas actividades de la pesquería.

La pesquería de langosta de la península de Baja California tiene una historia de más de 100 años, siendo de las más antiguas y organizadas de México. La evolución y etapas principales del desarrollo de la pesquería de langosta de la PBC (Fig. 2) se ha documentado en publicaciones previas (Vega y Lluch-Cota 1992; Vega *et al.* 1996b; Vega *et al.* 1997; Vega *et al.* 2000).

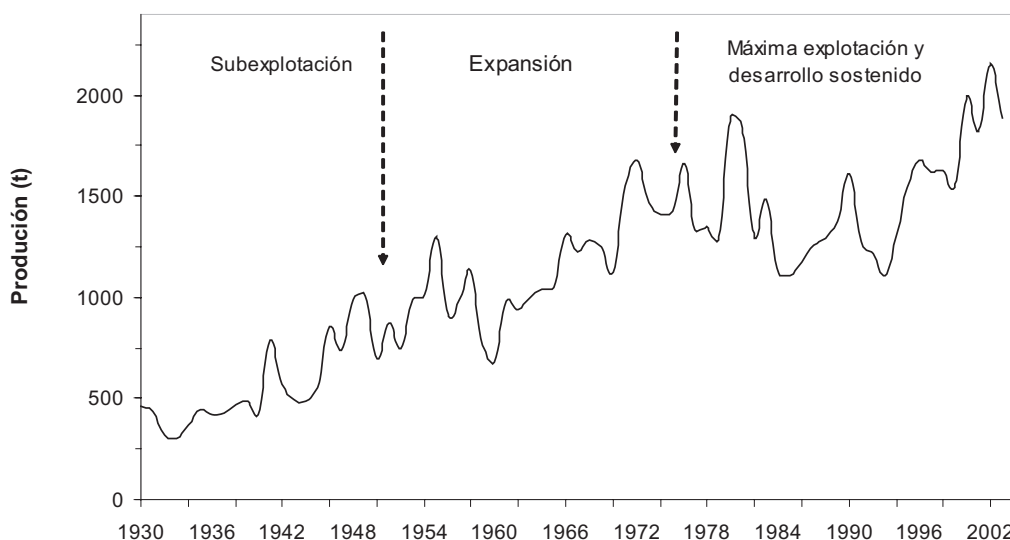


Figura 2. **Producción histórica de la pesquería de langosta en la península de Baja California y principales etapas de desarrollo (actualizada de Vega *et al.* 1996 y 1997).**

Las principales características de las etapas de desarrollo son las siguientes:

- A) La etapa de subexplotación, desde principios de la década de 1900 a mediados de 1940, bajo condiciones de escasa regulación.
- B) Etapa de expansión, de 1940 a 1970, las capturas aumentan significativamente y alcanzan un promedio de 1,087 t. En esta etapa se conforman las principales SCPP con la explotación de especies reservadas a las mismas (Ley de Pesca de 1938). (Vega *et al.* 1996 y 1997).
- C). Máxima explotación y desarrollo sostenido, desde mediados de 1970 al presente. El recurso es sometido a fuertes niveles de explotación y la producción global mantiene una tendencia ligeramente creciente, aunque con fluctuaciones. La captura promedio fue de 1,492 t. Se registran los picos históricos en las temporadas 2000-2001 y 2002-2003; que en su mayor parte corresponden a la zona centro (Vega *et al.* 2000; Vega 2003; Vega *et al.* 2003).

En la Figura 3 se presenta la relación de las organizaciones productoras establecidas mediante permisos o concesiones y su ubicación aproximada en la costa occidental de la PBC. Aunque la Ley de Pesca de 1992 que reemplazó el régimen de especies reservadas a SCPP (DOF 22.06.1992) por un mecanismo de concesiones transferibles hasta por 20 años, pretendía inducir la capitalización del sector pesquero y abrir la participación del sector privado; en los hechos los títulos de concesión vinieron a fortalecer los derechos de

acceso adquiridos por las SCPP tradicionales. No ha habido casos de transferencias, ya que además del alto valor la pesquería de langosta tiene un fuerte componente comunitario y es el principal soporte económico de muchos poblados de la costa occidental de la PBC (Vega *et al.* 1997; Vega *et al.* 2000; Vega 2001).

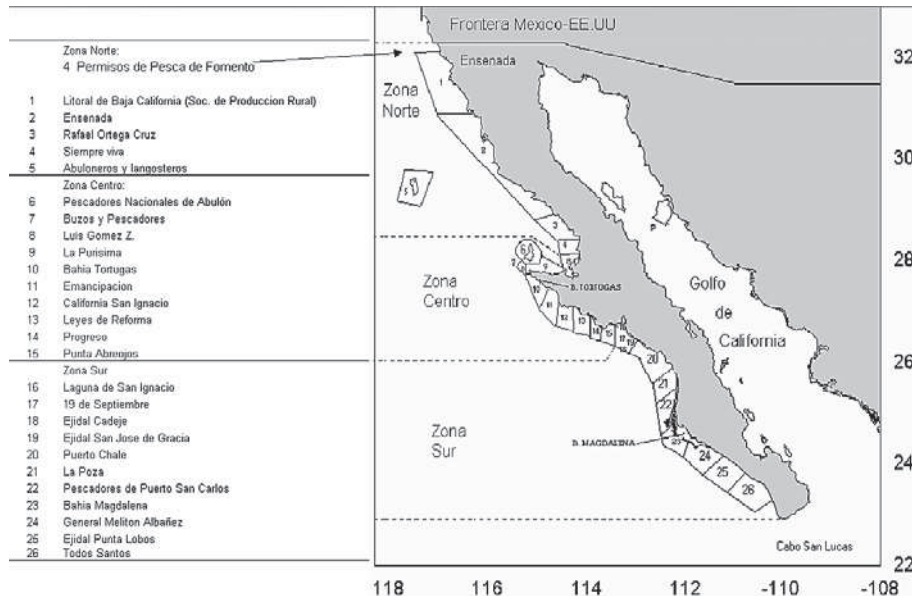


Figura 3. Principales zonas de pesca en costa occidental de la península de Baja California y ubicación aproximada de territorios de pesca de las SCPP. (El número de la lista corresponde al bloque respectivo en el mapa). Modificado de Vega *et al.* (1996, 1997)

La incursión de nuevos productores (empresas privadas, uniones de pescadores libres y particulares) mediante permisos de pesca de fomento ha sido muy limitada. Solo se ha dado en aquellas áreas costeras excluidas de las zonas de pesca de las SCPP tradicionales; como es el caso de la costa noroccidental (Islotes Coronados a Punta Salsipuedes) y costa sudoriental de Baja California (Caballero y Castro 2003).

A nivel de Entidades federativas las unidades de producción se distribuyen de la siguiente manera: Baja California Sur cuenta con 19 concesiones a SCPP tradicionales y 1 permiso de pesca comercial a una SCPP. En Baja California operaron cinco SCPP y una Sociedad de producción Rural (SPR) mediante concesión. Adicionalmente, en la modalidad de Pesca de Fomento, en la temporada 2002-2003 operaron cuatro permisionarios en la costa noroccidental y dos en la costa del Estado de Baja (Caballero y Castro 2003). A partir de 2004 los cuatros primeros han pasado a la modalidad de permisos de pesca comercial.

Biología

Las características biológicas generales de los distintos tipos de langostas son descritas detalladamente en las obras editadas por Cobbs *et al.* (1980) y Phillips *et al.* (1994).

Por su tolerancia a la temperatura, las cuatro especies de ese género *Panulirus* distribuidas en el pacífico Mexicano se agrupan en especies de ambiente templado (*P. interruptus*) y de afinidad tropical (*P. inflatus*, *P. gracilis* y *P. penicillatus*) (Vega *et al.* 2003). De las langostas tropicales solamente se tienen registros aproximados de producción para las dos primeras

especies. En lo sucesivo al hacer referencia a dicho grupo se incluye solamente a la langosta azul y verde.

La Figura 4 indica que la variación espacial de la proporción de langosta roja y de langostas tropicales presentan un gradiente inverso de dominancia. La langosta roja es dominante desde el área de La Poza hacia el norte; mientras que las langostas tropicales son dominantes desde San Lázaro hacia el sur de la península. La mezcla de especies se explica por las condiciones de transición de fauna de origen templado y tropical entre Punta Eugenia y Cabo San Lucas (Hubbs 1960; Hubbs y Roden 1964; Hewitt 1981). Esa mezcla es más notable en del área de Bahía Ballenas a Isla Margarita, donde se solapan los ámbitos geográficos de la langosta roja, azul y verde; debido a la convergencia de aguas frías de la corriente de California y a aguas cálidas de la corriente norecuatorial (Vega *et al.* 2003).

P. interruptus es la langosta espinosa más estudiada debido a su importancia en abundancia y valor, ya que sustenta la pesquería del Pacífico norte. Respecto a las especies tropicales es escaso el conocimiento de su ciclo de vida y aspectos bioecológicos.

Las diferencias geográficas de producción de langosta roja revelan que las principales áreas de abundancia corresponden a la zona central de la península y la Bahía del sur de California, en promedio aportan del 65 al 67% y 15% de la producción total de la especie, respectivamente (Vega 2003). Este patrón es consistente con las mayores concentraciones de larvas filosomas en la región central de la PBC y la Bahía del sur de California (Johnson 1955, 1960, 1971, Pringle 1986; Ortuño 2003). Sobre esta base la zona central ha sido identificada como el centro de dispersión y núcleo de la población de *P. interruptus* (Lindberg 1955; Duffy 1973; Pringle 1986; Vega *et al.* 2003).

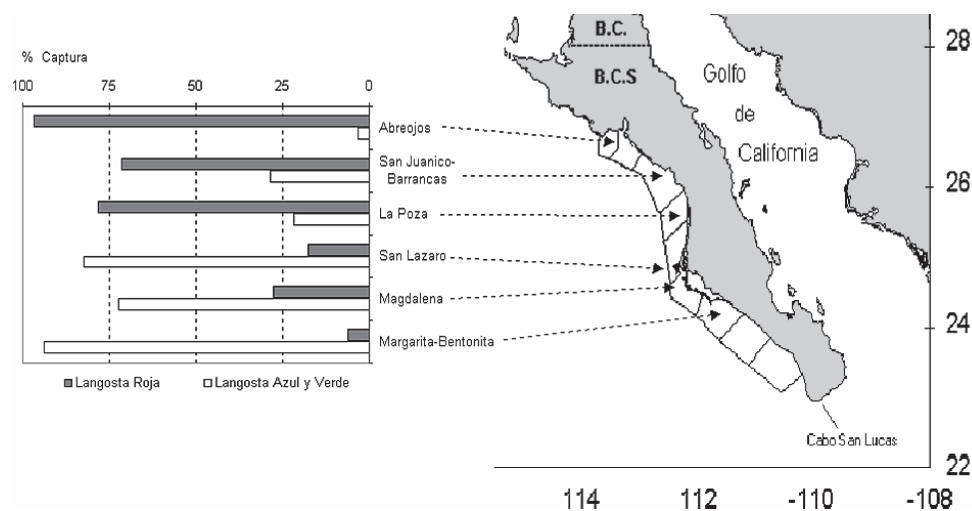


Figura 4. Patrón espacial de la proporción de especies en las capturas desde Punta Abreojos a Punta Marqués, BCS (promedio 1990-2003). Las barras negras corresponden a langosta roja y las vacías a langosta tropical.

Un estudio de genética poblacional sugiere (método de alozimas) que la población de *P. interruptus* en la costa occidental de la península de Baja California puede estar estructurada en tres subpoblaciones (Pérez-Enríquez *et al.* 2001):

- A) La subpoblación sureña, al sur de la Laguna de San Ignacio, probablemente entre San Juanico y Cabo San Lucas,
- B) La subpoblación central distribuida entre Punta Abreojos y Bahía Vizcaíno. Posiblemente el límite norte está más al norte, hasta Punta Conos.
- C) La subpoblación norteña, distribuida desde Punta Baja al norte de la PBC.

No obstante, los autores de ese trabajo consideran que es necesario validar esa estructura mediante métodos de genética poblacional más sofisticados (DNA mitocondrial, y marcadores genéticos), e incluir el análisis de muestras del sur de California y de un pequeño stock aislado en la porción centro-oriental del golfo de California.

Una de las características biológicas generales de las langostas espinosas es el dimorfismo sexual (Cobbs *et al.* 1980). El macho tiene la cabeza más larga mientras que el abdomen (cola) es corto, el segundo par de periopodos es mas largo y robusto. Es evidente la presencia de los orificios genitales en la base del quinto par, y los pleopodos son cortos. Las hembras presentan en el quinto par de periopodos una quela o pinza, el abdomen es mas largo al igual que los pleopodos y estos poseen filamentos a los que se adhieren los huevos fertilizados una vez que empiezan a reproducirse.

Por su importancia en la determinación de regulaciones tradicionales (vedas temporales y talla mínima legal), la reproducción ha sido el aspecto mejor estudiado de la biología de *P. interruptus* en distintos sitios (Lindberg 1955; Chapa 1964; Mitchel 1968; Ayala 1976; Pineda 1981; Ayala 1982; Vega *et al.* 1990, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996a, 1998, 2000). La caracterización del ciclo reproductivo de las langostas se basa en observaciones de los ovarios y estructuras sexuales externas de hembras, puesto que los machos no muestran cambios de maduración al nivel de gónadas a simple vista y carecen de estructuras externas indicativas del estado reproductivo (Lindberg 1955; Chubb 1994).

La langosta roja tiene un ciclo gonádico de tipo isocrónico y se reproducen una vez al año, entre marzo y septiembre, siguiendo tres fases marcadamente estacionales (Vega *et al.* 1996a; Vega 2003):

- A) La actividad reproductiva inicia con el apareamiento. Las hembras adultas reciben el espermatóforo ("parche") del macho. Las primeras hembras "parchadas" aparecen entre noviembre-diciembre hacia el norte o a más tardar en marzo en el sur de su distribución, con mayor frecuencias de marzo a julio.
- B) El desove y fertilización, según la presencia de hembras ovígeras, empieza en marzo-abril en áreas norteñas y hacia mayo-junio en el sur. La mayor frecuencia se presenta en junio-julio y termina en agosto-septiembre.
- C) La eclosión de huevos y liberación de larvas filosomas ocurre en verano, entre julio y septiembre.

Las etapas del proceso reproductivo están sincronizadas con los ciclos estacionales de temperatura y surgencias (Vega 2003). La actividad reproductiva inicia en invierno (dic-enero) y el pico de maduración coincide con el periodo de mayor intensidad de surgencias y enfriamiento estacional del mar (abril-mayo); en tanto que la fase ovígera y eclosión de

larvas ocurren en verano, coincidiendo con el debilitamiento del transporte de Ekman e incremento de temperatura.

Otra característica importante es la existencia de un gradiente reproductivo desfasado en sentido norte-sur, consistente en que las hembras parchadas (sexualmente maduras) aparecen más temprano en el año en áreas norteñas y hasta tres a cuatro meses después en las áreas sureñas. En el caso de hembras ovígeras, el desfase entre las áreas norteñas y sureñas es de dos meses al inicio de esa fase y hasta de tres meses en el pico máximo (Vega *et al.* 1991, Vega *et al.* 1996). El gradiente latitudinal parece estar relacionado con diferencias geográficas y factores físicos (temperatura, fotoperíodo, surgencias, entre otros).

En la zona de transición templado tropical, principalmente entre San Lázaro e Isla Margarita, los ciclos reproductivos de los dos grupos de especies están desfasados; mientras que la langosta roja tiene un periodo único de desove y eclosión en los meses de verano, las especies de afinidad tropical tienen dos periodos de desove, con un pico principal en verano-otoño y otro secundario en primavera (Vega y Espinoza, 2004).

Adicionalmente, se ha documentado (Vega *et al.* 2000a; Vega 2003) que la variabilidad interanual en las fechas de inicio, pico y terminación de la reproducción de la langosta roja, responde a cambios de temperatura del mar asociados a los eventos ENSO. La especie muestra una notable capacidad de modular el proceso de reproducción, retrasándolo a bajas temperaturas o acelerándolo durante condiciones cálidas. Así, se ha determinado un patrón de reproducción promedio bajo condiciones normales (o neutrales) de temperatura, otro para condiciones “El Niño” (cálido) y durante “La Niña” (Vega 2003). La caracterización de la dinámica del proceso reproductivo de langosta roja ha tenido importantes aplicaciones prácticas para mejorar el manejo de la pesquería, según se detalla en la sección de manejo.

Aunque esta especie puede alcanzar la primera madurez sexual a un tamaño de 57-60 mm de longitud cefalotorácica (LC), a una edad de 4 años, la talla de primera madurez (TPM) al 50% se ha estimado entre los 67 y 75 mm LC en la zona costera de la PBC. Para la zona central de la PBC la TPM promedio se estima en 73 mm LC (Vega 2003). No obstante, se han encontrado valores excepcionalmente superiores a ese intervalo en ciertas áreas como el Bajo Trece (Vega *et al.* 1992) y Laguna Ojo de Liebre (Espinoza *et al.* 2001).

Se ha estimado que la fecundidad oscila entre 5×10^4 huevos en hembras chicas (67-70 mm LC) hasta 2×10^6 en animales grandes >155 mm LC (Pineda y Díaz de León 1981; Vargas 1999). Sobre esta base se ha calculado un índice del potencial de producción de huevos en la subpoblación de la zona central de la PBC (Gómez *et al.* 1997), según se menciona en los puntos de referencia de la sección cuantitativa.

En su desarrollo ontogénico las langostas espinosas presentan cinco fases principales: 1) huevo fertilizado (incubación), 2) etapa larvaria planctónica (filosoma), 3) postlarva o puerulus, 4) juvenil y 5) adulto. Las características de cada fase son las siguientes:

1. La fase de huevo fertilizado y desarrollo embrionario se presenta cuando las hembras poseen la masa ovígera. La incubación dura aproximadamente 8-10 semanas.

- 2) La etapa larvaria planctónica (filosoma) comprende 11 estadios en el ecosistema pelágico oceánico y dura 8-9 meses (Johnson 1960). El reclutamiento de las larvas de *P. interruptus* es influenciado por los procesos de advección de la corriente de California (circulación superficial y subsuperficial, el transporte de Ekman, los remolinos y giros costeros) que generan un sistema de dispersión y retención de larvas (Johnson 1960, 1971; Pringle 1986; Ortuño 2003).
- 3) La última filosoma se transforma en postlarva o puerulus, que es transparente y semejante al adulto. El puerulo representa la transición de la fase pelágica a la vida bentónica. El asentamiento ocurre en áreas costeras arrecifales, dominadas por las macroalgas (*Macrocystis*, *Gelidium*, *Eisenia*, etc.) y pastos marinos (*Phyllospadix torreyi*), con mas intensidad en el verano (Serfling y Ford 1975; Guzmán *et al.* 1996; Vega *et al.* 2003a).
- 4) Los puerulos se pigmentan y se convierten en juveniles que tienen ya la forma evidente del adulto. La etapa juvenil esta adaptada a la vida bentónica en fondos rocosos intermareales y someros (1-4 m).
- 5) La fase adulta se considera cuando alcanzan la madurez sexual y se reproducen por primera vez, aproximadamente a los 4 años. Los adultos habitan hacia aguas más profundas que los juveniles, desde 1 a >80 m de profundidad (Vega 2001, 2003).

Estudio recientes sobre el asentamiento de postlarvas y juveniles mediante colectores artificiales tipo Phillips en la zona pacifico norte de BCS indican que el reclutamiento de puerulus en áreas costeras ocurre durante primavera-verano (abril y septiembre) con un máximo entre julio-agosto (Vega *et al.* 2003). Se encontró una relación estrecha del asentamiento de las postlarvas con la estacionalidad de temperatura y surgencias (Vega *et al.* 2003), similar a la documentada para el proceso reproductivo (Vega 2003).

La langosta roja es una especie longeva y de lento crecimiento, alcanza una edad máxima de 30 años (Lindberg 1955; Ayala *et al.* 1988; Guzmán y Pineda 1992), y llega a crecer hasta 190-200 mm de LC (ejemplares mayores de 200 mm y de 8-10 kg son escasos). En la tabla 1 se muestran los parámetros de crecimiento (K , t_0 y L_∞) del modelo de Von Bertalanffy..

La edad de reclutamiento a la talla mínima legal (TML) de la pesquería (82.5 mm, LC) se ha estimado entre 7 y 8 años en machos y hembras respectivamente, en la parte central de la PBC, aunque en aguas del sur de California se reportan de 9 a 11 años para esa talla (Lindberg 1955; Mitchell *et al.* 1969; Parker 1974; Engel 1979).

La estructura poblacional del stock central de langosta roja presenta las siguientes características, según estudios recientes (Vega 2001; Vega *et al.* 2003; Vega *et al.* 2004): 1) la fracción de talla legal durante 1990-2002 representa en promedio el 23.64% de toda la población natural. 2) La captura comercial se compone principalmente de reclutas jóvenes, en el intervalo 84-89 mm LC, seguida de tallas medianas (90-100 mm LC). Esta composición por tallas de la captura comercial persiste en diferentes periodos, desde la década de 1970 (Ayala *et al.* 1976) al presente (Vega 2001; Vega *et al.* 2003). 3) La composición por tallas de la población natural presenta una moda principal en el grupo de pre-reclutas (~77-82 mm LC) y otra secundaria en el grupo de adultos jóvenes recién reclutado al stock reproductor

Tabla 1. **Parámetros de crecimiento de langosta roja por sexos, según distintos autores (Vega 2003).**

Autor	Vega (2003) ¹	Gómez et al (2000) ¹	Ayala (1976) ²	Guzmán y Pineda (1992) ³
Método	FISAT	Marcado-recaptura	Cassie (1952)	Cassie (1952)
<i>Machos</i>				
L_{∞} (mm, LC)	149	125.6	204	141
K (año ⁻¹)	0.125	0.145	0.143	0.134
t_0	0.210	0	0.301	0.084
Edad (años) a talla mínima legal	7	7.4	3.9	6.7
<i>Hembras</i>				
L_{∞} (mm, LC)	145.8	125.6	190.9	144.9
K (año ⁻¹)	0.1	0.111	0.09	0.108
t_0	-0.010	0	0.565	0.479
Edad (años) a talla mínima legal	8	9.6	6.9	8.3

Área de estudio de cada autor: 1. Bahía Vizcaino a Punta Abrejos. 2. Bahía Vizcaino a Punta Eugenia. 3. Punta Abrejos –La Bocana

(70-76 mm LC). Ambas cohortes representan la fuente de reclutas a la pesquería. 4) La incidencia de langostas menores a la TML (sublegales) es insignificante en las descargas, casi el 0.03%, lo que es buen indicador del respeto de la talla mínima legal. Tales características, en conjunto, son indicadores de la estabilidad de la población de langosta roja en la zona central.

El hecho de que la captura comercial en esa zona sea dominada por reclutas recientes en el 82%, de 82.5 a 89 mm de LC, y que más del 75% de la captura de una temporada se extraiga en los primeros 2.5 meses, son características típicas de una pesquería de remoción (Vega 2001; Vega *et al.* 2003). Lo que significa que la temporada de pesca es relativamente corta y sostenida por los reclutas incorporados durante la veda precedente. Esto último se relaciona con la intensa tasa de explotación a que esta sometido el recurso y por lo cual la producción en ese tipo de pesquerías es un buen indicador de los niveles de reclutamiento y abundancia (Fogarty 1989). Lo anterior no significa que las cohortes mas jóvenes no contribuyen de manera significativa, sino más bien que su efecto se refleja de manera diferida a mediano plazo (3 a 4 años), puesto que el reclutamiento es un proceso continuo dependiente de una serie de factores ecológicos (principalmente temperatura y alimento, entre otros).

Por otra parte, en la zona sur (San Lázaro y Cabo Tosco) durante 1992-2002, la clase modal de la captura comercial se ubica en el intervalo de 84 a 92 mm LC, mientras que la población natural presenta una clase modal a tallas jóvenes (67-73 mm LC). A diferencia de

la zona pacifico norte, en la zona sur de la PBC el grupo de pre-reclutas es muy reducido en la población natural (al parecer la misma situación se presenta en la zona norte). La incidencia de tallas inferiores a la mínima legal en la zona sur ha sido notable desde hace varias décadas, por lo menos desde 1980 (Ayala 1984, 1986; Ayala *et al.* 1988). En el caso de la zona norte tal incidencia esta documentada desde los 1970 (Pineda *et al.* 1976). Adicionalmente la pesca ilegal ha sido también muy fuerte en esas zonas (Vega *et al.* 2003; Caballero y González 2003). Al respecto se ha advertido que de no controlar y reducir la fracción de talla sublegal en las capturas, y demás variantes de pesca ilegal, se corren riesgos de sobrepesca del reclutamiento en ambas áreas (Caballero y González 2003; Vega y Espinoza 2004; Vega 2004).

Los experimentos de marcado-recaptura (Ayala 1976; González *et al.* 1990; Turrubiates 1999; Gómez *et al.* 2000) coinciden en que los movimientos de langosta roja, son generalmente de corta escala, desde menos de 1 km hasta 4 a 5 km, aunque raramente se registran desplazamientos del orden de 50 a 60 km. Por otra parte la especie realiza migraciones verticales relacionadas con las etapas reproductivas. Así, en invierno se mueve hacia aguas más profundas (60 a 100 m), donde tiene lugar el apareamiento; durante primavera-verano se mueven hacia aguas someras (1 a 25 metros), donde ocurre el desove, fertilización y eclosión de larvas. Este tipo de movimientos, similar a lo reportado en el sur de California, están asociados al proceso reproductivo, alimentación o a cambios estacionales de la temperatura del mar y estructura térmica de la columna de agua (Lindberg 1955; Mitchell *et al.* 1969).

Desde el punto de vista ecológico es interesante mencionar que el ámbito geográfico de la langosta roja (*P. interruptus*) se ubica en el dominio de las surgencias costeras (Ware y McFarlane 1989) de la porción sur templado-subtropical de la corriente de California (CC). Este ecosistema es dominado por un ensamble único de especies pelágicas costeras (merluza del pacifico, sardina del pacifico, anchoveta norteña y macarela), mientras que la flora y fauna bentónica es dominada por las comunidades asociadas a los mantos de macroalgas y pastos marinos. Entre estas hay ensambles de invertebrados típicos de la CC, como cangrejos (Cancer), moluscos (abulón, caracol, erizo, pulpo, quitones y lapas, etc.), además de una variedad de peces arrecifales (cabrillas, mero, viejas, blanco, tiburones) y demersales (corvina, etc.). Tales ensambles de flora y fauna juegan un papel importante en el ciclo de vida de la langosta, a través de las distintas relaciones interespecíficas (protección, fuente de alimento, depredación) dentro de las comunidades bentónicas.

Captura y esfuerzo

En la tabla 2 se presentan indicadores globales de producción de langosta por litorales y regiones del pacifico durante 1995-2002, estimados a partir de datos estadísticos oficiales (SAGARPA 2002). Es evidente que la producción total es determinada por la PBC.

Durante 1995-2001 (tabla 2) BCS aportó 54% del total nacional y 78% de la producción del pacifico Mexicano. Con respecto a la PBC, BCS aportó casi el 85% de la captura total. Al comparar la producción por Entidades Federativas (Fig. 5) destaca Baja California Sur (BCS) como el principal estado productor de langosta, seguido por Baja California (BC).

Tabla 2. Indicadores de producción (t) de langosta por litorales y regiones, periodo 1995-2002 (Fuente: SAGARPA 2002).

	Nacional (N)	Caribe (C)	Pacifico (P)	PBC Región I	Golfo de California Región II	Pacifico Centro-Sur Región III	BCS	BCS
Promedio	2,492	795	1,697	w1,568	70	59	1,334	
Mínimo	1,987	613	1,338	1,215	34	31	1,047	
Máximo	2,998	1,075	2,052	1,943	161	123	1,685	
		% (C/N)	% (P/N)	% (Región 1/ P)	% (Región 3/ P)	% (Región 3/ P)	% (BCS/N)	% (BCS/P)
Promedio		31.9	68.1	92.4	4.2	3.5	53.5	78.5
Mínimo		26.7	61.5	86.2	2.4	1.9	48.9	72.7
Máximo		38.7	73.2	94.9	8.9	7.2	60.1	82.1

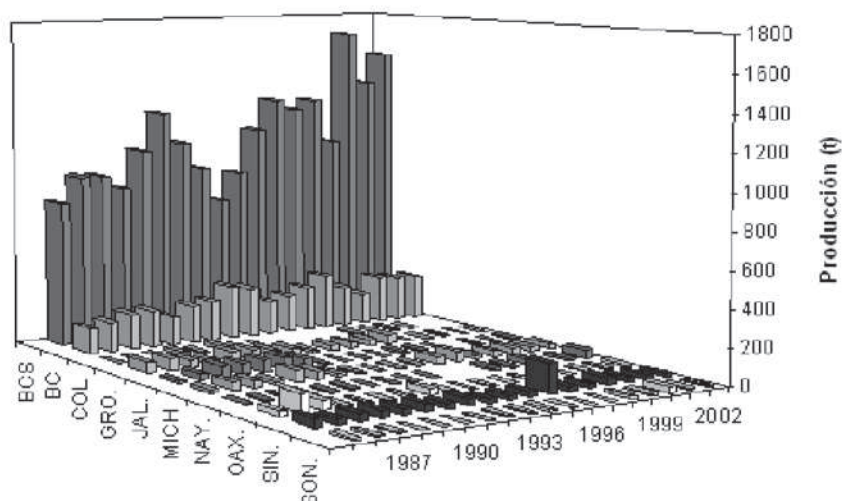


Figura 5. Producción anual (peso vivo) de langosta por Estados del litoral Pacífico Mexicano, 1990-2002 (SAGARPA 2002).

Operaciones y equipos

La pesquería de langosta es típicamente ribereña, de tipo artesanal y comunitaria. Tradicionalmente ha sido trabajada por las SCPP con áreas de pesca bien delimitadas desde aguas someras hasta profundidades de 70-90 m.

A la unidad de pesca langostera se le denomina equipo. Consta de una embarcación menor (panga) de 18 a 26 pies de eslora, impulsada por motor fuera de borda de 40 a 115 CF y un lote de trampas variable según la cooperativa. La operación de un equipo por lo general está a cargo de dos pescadores (capitán y ayudante). La trampa es construida con alambre de malla 2x4 pulgadas ó de madera. Se utiliza un cebo o carnada natural, que pueden ser peces (macarela, bonito, barrilete, lisa, blanco, etc.), desechos de pescado de plantas fileteadoras, moluscos (almejas, quitones, mejillones, ostiones, caracoles, etc.) o una combinación de estos.

La cantidad de trampas por embarcación varía de un mínimo de 20-30 trampas en la zona sudoccidental hasta un máximo de 90-100 en la zona centro y norte. En estas últimas los pescadores emplean malacates (o winches) hidráulicos para levantar las trampas.

Las trampas tradicionales con malla 2x4 son poco selectivas debido a que la proporción de langosta sublegal es más elevada que la de talla legal (Vega 1994). A mediados de 1990 se experimentó la adaptación de ventanillas de escape en trampas para disminuir la proporción de organismos sublegales (Vega *et al.* 1996; De La Rosa y Ramírez 1999). Los resultados demostraron que con una ventana de 30x5.8cm se lograba reducir significativamente, hasta 70%, la proporción de langosta talla sublegal en las capturas (Vega *et al.* 1997a) y sobre esa base a partir de la temporada 1996-1997 los pescadores de la zona central voluntariamente incorporaron a todas sus trampas los dispositivos de escape con esas dimensiones (Vega *et al.* 2000).

Hacia la mitad de la década de 1990 empiezan las innovaciones más recientes al sistema de pesca, tales como el uso de instrumentos de posicionamiento global (GPS, por su sigla en Inglés), videosondas, aumento de eslora y capacidad de carga de las embarcaciones, así como el tamaño de las trampas. Por ejemplo, los GPS permiten la navegación aun bajo condiciones de clima adverso (neblina o viento), y facilitan ubicar más rápidamente las trampas. La combinación de GPS y videosondas ha permitido explorar y ubicar nuevos caladeros langosteros en áreas más alejadas de la costa. Estas innovaciones al parecer han incrementado el poder de pesca, han mejorado la eficiencia de la flota y se han ampliado las áreas de pesca de langosta; por lo que se considera que estos factores explican en parte el aumento de la producción hacia la segunda mitad de 1990.

Según los indicadores de la tabla 3, durante la temporada 2003-2004 la flota langostera de la PBC se estimó en 572 unidades de pesca operadas por 1,164 pescadores. La cantidad de trampas trabajadas por día de pesca (o noche) es la unidad de esfuerzo internacionalmente aceptada en este tipo de pesquerías, que es más representativa. El esfuerzo pesquero potencial, en base al número de trampas y embarcaciones autorizadas por cooperativa, se estima en 31 mil trampas por noche, distribuidos por zonas según se muestra en la referida. Sin embargo, la magnitud del esfuerzo realmente ejercido depende de la duración de la temporada de pesca y días trabajados (mareas). Así, por ejemplo, en la temporada de pesca 2002-2003 el esfuerzo total ejercicio se estima en 3.8 millones de trampas; distribuyéndose 52% en la zona centro, 26% en la sur y 22% en la norte.

En el caso del Golfo de California y litoral continental (Sonora a Oaxaca) la extracción de langosta está muy ligada a la pesca ribereña de escama con redes de enmalle y al buceo de recursos bentónicos. Lo que implica que puede ser parte de la pesca incidental o capturarse como especie objetivo, dependiendo de circunstancias climáticas y operativas; ante lo cual se dificulta la medición de las unidades de esfuerzo (Espino y Puente 2005). En la península de Baja California no se permite el uso de redes de enmalle en la pesca formal de langosta, pero suelen utilizarse en la pesca ilegal (Vega 2003).

Tabla 3. Indicadores de la pesquería de langosta de la PBC y por zonas, temporadas 2002-2003. (Fuente: Programa Langosta CRIP-La Paz).

Indicador	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Golfo de California	Total PBC
Concesiones (SCPP)	4	9	11		24
Permisos comerciales	1	1			2
Permisos pesca de fomento ¹	4			2	6
Poblados o comunidades	22	18	18	2	60
Población	13,482	9,020	8,286		30,788
Pescadores Langosteros	228	504	420	12	1,164
Socios	463	1,362	780		2,605
Flota (Embarcaciones)	114	242	210	6	572
Trampas en operación	6,380	15,832	8,280	180	30,672
Esfuerzo pesquero	871,000	2,007,680	1,017,770		3,896,450
Captura (t) total	73	1,607	249		1,929
Captura (t) Langosta Roja	73	1,592	103		1,767
Captura (t) Langosta ¹ "Caribe"	-	15	146		161
Valor total	11,504,939	270,032,207	24,278,740		305,815,885
Valor langosta roja	11,504,939	268,842,431	12,578,980		292,926,349
Valor langosta Caribe		1,189,776	11,699,760		12,889,536
Valor total (Dólares)	1,045,031	24,548,382	2,207,158		27,800,572

(1) Langosta Caribe refiere a especies de afinidad tropical: *P. inflatus* y *P. gracilis*

Tendencias históricas

El comportamiento de la trayectoria histórica de la producción total de la península ya fue referido en la Figura 2. Aunque la tendencia general se caracteriza por un crecimiento

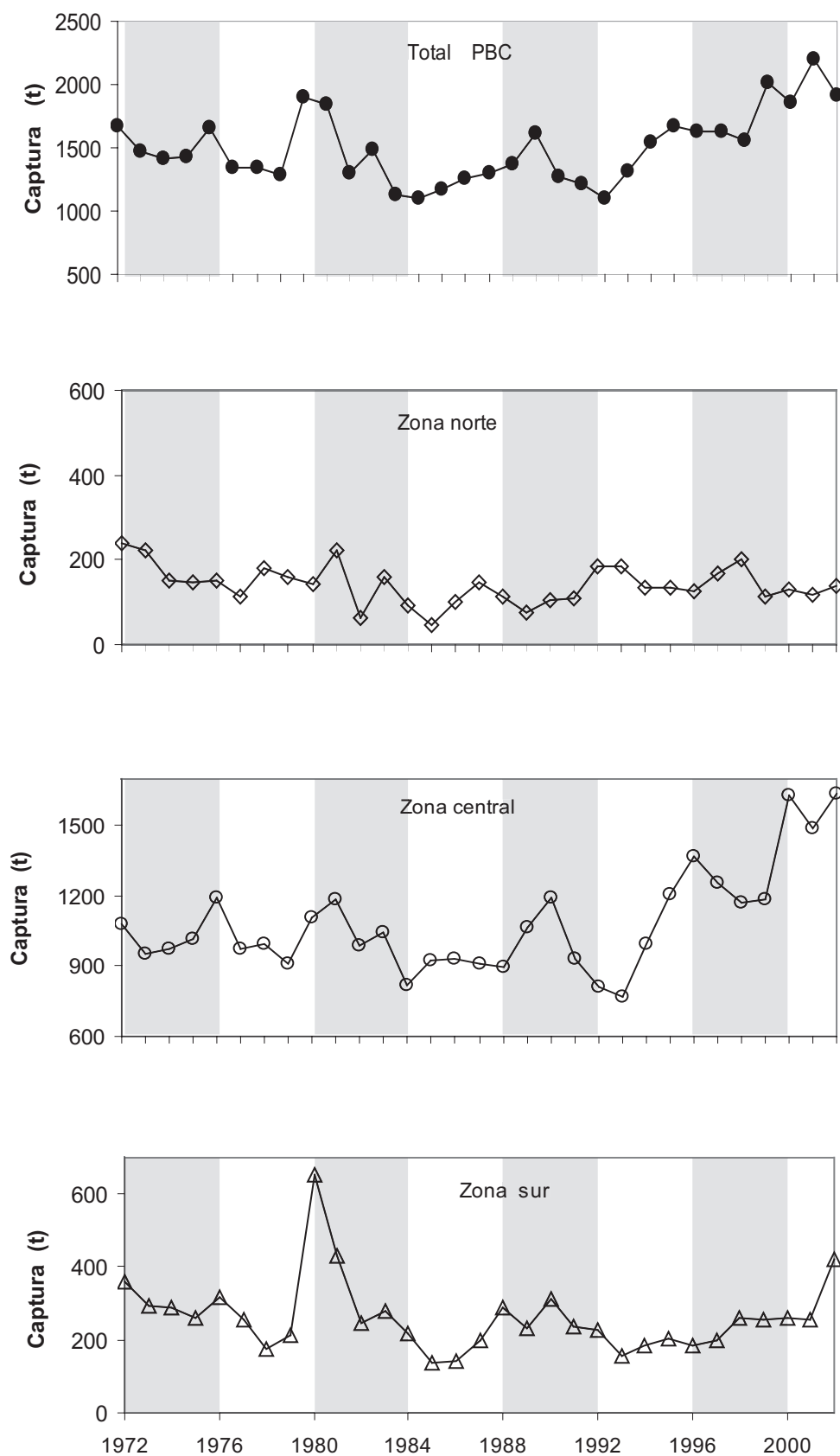


Figura 6. Producción de langosta, total y por zonas de la península de Baja California. Solo se indica el primer año de cada temporada.

sostenido de largo plazo y un patrón de fluctuaciones a escala interanual; el comportamiento y magnitud de las capturas varía notablemente entre zonas. La Figura 6 presenta la producción de langosta por zonas y total de la península durante el periodo 1970 a 2004. Se estima un promedio de 1,491 t por temporada en ese periodo, aunque en la etapa de más alta producción (1996-2004) el promedio aumentó a 1,810 t. El nivel histórico máximo (2,199 t) se registra en la temporada 2002-2003, con aproximadamente 92% de langosta roja y 8% de langosta tropical.

Con respecto a las zonas de pesca es evidente que la zona central (Isla Cedros- Bahía Vizcaíno a Punta Abreojos) es la más importante en producción y valor. En la década 1994-2004 registró un promedio de 1,294 t por temporada, equivalente a 79% del total de la PBC, con dos máximos cercanos a 1,630 t, en las temporadas 2000/2001 y 2002/2003. En el periodo de más alta producción (1996-2004) la captura promedio fue de 1,408 t, y su contribución al total de la PBC del orden de 80%.

En contraste, en las zonas del sur y norte de la PBC los valores promedio en la década 1993-2004 fueron 240 t y 1,42 t, equivalentes al 14% y 8.5% de la producción total de la PBC, respectivamente. Una característica de la zona sur es que su producción se compone de 64% de langosta roja y 36% de langostas tropicales (Vega *et al.* 2003). Dicha producción pequeña en ambas zonas puede ser consecuencia de una menor abundancia relativa del recurso, los bajos niveles de captura y su tendencia declinante en buena medida se deben a la pesca ilegal (Vega *et al.* 2003; Caballero y Castro 2003).

Para el caso de la zona central, cabe mencionar que el esfuerzo fue en aumento gradual hasta su máximo a mediados de 1980 y después disminuye moderadamente. Esa declinación se acentuó por los ajustes a la veda, desde 1992-1993 a 1996-1997, cuando se redujo la duración de la temporada de pesca. No obstante, hacia finales de 1990 la eficiencia y el poder de pesca parecen haber aumentado debido a las innovaciones tecnológicas antes mencionadas. Sin embargo es necesario investigar si tal aumento refleja un incremento real de la abundancia o se debe al aumento de la vulnerabilidad. En este sentido, en la sección de análisis cuantitativo se plantea la hipótesis de que estos factores, en combinación con mejoras de manejo y condiciones ambientales favorables, influyeron en el notable aumento de producción en la zona central durante la década de 1990 (Vega 2003; Vega *et al.* 2003).

Por lo que toca a las fluctuaciones de capturas de toda la serie (1970-2003) la hipótesis más razonable asume que los cambios de abundancia responden principalmente a efectos ambientales (El Niño, La Niña) sobre el reclutamiento y en la disponibilidad de adultos (Vega *et al.* 1997). Investigaciones en proceso examinan las posibles relaciones causa-efecto entre las fluctuaciones de producción y los patrones de variabilidad de la corriente de California.

Los patrones estacionales de explotación reflejan las características de disponibilidad espacio-temporal del recurso. Aproximadamente del 70% al 80% de la producción total de la temporada se obtiene en los primeros 2 a 3 meses y el resto hacia la segunda mitad de la temporada. Este patrón estacional se explica por la rápida disminución de las langostas reclutadas a la talla legal en la veda precedente.

Pesca incidental

Además de langosta en las trampas pueden quedar atrapadas otras especies asociadas a los fondos langosteros. En un reporte preliminar Turrubiates *et al* (1992) reportaron una lista de fauna capturada incidentalmente en las trampas langosteras, entre Isla Natividad y San Pablo, BCS; una variedad de peces arrecifales (cabrilla, anguila, morena, vieja, blanco, tiburones pequeños), cangrejos (*Cancer spp*) y algunos moluscos carnívoros (caracoles, pulpos). Los peces y pulpos son depredadores de las langostas y entran a las trampas en busca de alimento, mientras que los cangrejos y caracoles lo hacen para alimentarse de la carnada o cebo empleado en las trampas para atraer la langosta.

Después de la introducción de las ventanas de escape en las trampas (1995-1997) disminuyó la retención de langostas de talla sublegal pero no hay suficientes indicios de que la pesca incidental de tales especies haya disminuido en la misma medida.

Interacción con otras pesquerías

Generalmente en las áreas de pesca de langosta se desarrolla también la pesca ribereña de peces de escama, tiburón y diversos invertebrados bentónicos (cangrejos, erizo, caracol, abulón, sargazo, pulpo, ostión de roca y almeja mano de león). La intensidad de las interacciones y el grado de afectación al recurso langosta es variable dependiendo del sistema de pesca, del grado de ordenamiento de las otras pesquerías, del nivel de organización de los productores, y de la problemática social y económica en el área.

La interacción entre las distintas pesquerías puede ubicarse en tres planos: a lo interno del sistema de SCPP, en el sector pesquero en su conjunto (social, privado) y en el contexto ecológico. En el primer caso, la explotación de distintos recursos sigue una secuencia temporal (o estacional) y complementaria dentro del ciclo económico anual de las SCPP, con sus variantes dependiendo del área. Por ejemplo, en la zona pacifico norte de BCS la secuencia estacional seria la siguiente: langosta en otoño-invierno; abulón, caracol y almejas. En primavera-verano; escama-tiburón y sargazo, en verano-otoño. A lo interno las SCPP establecen reglas que minimizan el efecto negativo de una pesquería sobre otras, principalmente de la escama sobre langosta.

Por otra parte, hay especies que son explotadas indistintamente tanto por cooperativas como por empresas y pescadores libres. Entre estas se encuentran las que se explotan mediante redes de enmalle (peces de escama y tiburón), redes de arrastre (camarón) ó por buceo de recursos bentónicos (erizo, caracol, abulón, sargazo, pulpo, ostión de roca y almeja mano de león) en fondos rocosos o en áreas cercanas a caladeros langosteros.

Frecuentemente la interacción entre usuarios que tienen diferentes intereses deriva en conflictos a través de la pesca ilegal. Por ejemplo, cuando se rebasan niveles tolerables de pesca incidental de langosta y no las devuelven al mar, ó al tenderse las redes intencionalmente sobre caladeros langosteros, según se ha documentado en trabajos recientes (Vega 2002; Vega *et al.* 2003). En el caso de recursos bentónicos hay áreas donde pescadores ajenos a las SCPP concesionarias de langosta aprovechan los permisos de acceso a otros recursos para extraer langosta ilegalmente y es frecuente encontrarlas lesionadas por ganchos.

Desde el punto de vista ecológico cabe mencionar el impacto de las redes de arrastre camaroneras en grandes bahías de la costa occidental de BCS (Vizcaíno, San Hipólito, Golfo de Ulloa) donde se pesca la langosta. El impacto es más fuerte durante los eventos “El Niño” cuando se produce una alta abundancia de camarón, por ejemplo, durante El Niño 1997-1998 en Bahía Vizcaíno se concentraron hasta más de 500 barcos por noche, causando la pérdida de trampas y pesca incidental de langosta en las redes. Los pescadores langosteros argumentan que en años de buena producción de camarón de altamar les disminuye la captura de langosta, por el impacto de los barcos camaroneros, aunque no hay reportes al respecto.

Otra variante de impacto sería cuando se incide sobre el hábitat de alguna fase del ciclo de la langosta; por ejemplo la cosecha de algas *Gelidium*, en cuyos mantos donde temporalmente se encuentran los puerulus.

Generalmente los productores atribuyen a la pesca ilegal un peso importante en la disminución de las capturas en ciertas zonas; sin embargo la magnitud de esta y sus impactos no han sido evaluados suficientemente. A manera de una primera aproximación sobre pesca ilegal, los datos de captura reportados por las SCPP fueron ajustados mediante un factor porcentual obtenido a través de encuestas, estimándose el factor de pesca ilegal para el periodo 2000 a 2004 en 0.15% para la zona central, 70% para la zona sur y 100% para la norte.

Las distintas variantes de pesca ilegal en BCS tienen su origen en: fallas de mecanismos de inspección y vigilancia oficiales e internos de las SCPP; problemas organizativos-administrativos de organizaciones productivas; bajos precios de las SCPP al pescador y/o retrasos en pagos; problemas sociales asociados a la falta de empleos, migración de pescadores de otras entidades vecinas (Sinaloa, Nayarit, Sonora), entre otros. Todo ello incentivado por el alto valor y demanda del producto en mercados locales y regionales, principalmente restaurantes y sitios turísticos.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

La información que presenta la tabla 3 es indicativa del alto impacto social y económico de esta pesquería de langosta. Además de los pescadores langosteros y sus dependientes directos, de cada organización productiva dependen otros socios y empleados que trabajan en actividades conexas de esta pesquería (extracción, industria, transporte, comercialización, inspección, vigilancia interna y administración) y/o en la explotación de otros recursos.

A lo largo de la costa occidental de la península de Baja California se ubican alrededor de 60 comunidades ribereñas con una población del orden de 31 mil habitantes (Censo INEGI 1990). Una parte considerable de esa población se beneficia directa e indirectamente del aprovechamiento del recurso langosta (Vega *et al.* 1997; Vega 2001).

Con base en lo dispuesto en la Ley de Cooperativas, las SCPP tradicionales están agrupadas en Federaciones Regionales. De estas la más antigua y organizada es la Federación

Regional de Sociedades Cooperativas “Baja California” (FEDECOOP) integrada por 12 SCPP establecidas desde Ensenada, BC a Punta Abreojos, BCS. El eje de la FEDECOOP se constituye por las nueve SCPP ubicadas entre Isla Cedros y Punta Abreojos, que aportan alrededor del 80% de la producción de la PBC.

La mayoría de las SCPP establecidas desde Laguna San Ignacio se agrupan en la Federación Regional de Sociedades Cooperativas “Capital del Estado de BCS”. Actualmente pocas SCPP langosteras no están afiliadas a alguna federación, entre ellas dos de BCS y otras de BC; aunque si lo estaban en el pasado cuando era obligatorio para la exportación del producto.

Infraestructura pesquera

La infraestructura requerida en los componentes de la cadena productiva (extracción, proceso, almacenamiento, transporte y comercialización) es compleja y variable; comprende almacenes de víveres, maquinaria para caminos, generadores de electricidad, depósitos de combustibles, plantas desalinizadoras para agua potable, almacenes de refacciones, talleres de mantenimiento, almacenes de materiales y equipos de pesca, plantas procesadoras de langosta, viveros y centros de acopio, almacén de producto congelado o refrigerado y unidades de transporte terrestre o marítimo. Además se cuenta con instalaciones administrativas en las áreas de producción y comercialización, así como unidades y equipos de apoyo para inspección y vigilancia. La disponibilidad de tal infraestructura es variable de una SCPP a otra, según el volumen de producción, nivel de ingresos y de la ubicación geográfica de las áreas de pesca, entre otros factores.

La infraestructura industrial o de proceso depende del producto que demanda el mercado. La langosta se comercializa en las presentaciones entera-cocida-congelada (tradicional), entera-cruda-congelada, viva, cola y carne. La presentación tradicional requiere de plantas procesadoras para la recepción, selección (sorteo), precocido, lavado, congelamiento y empaque. A mediados de la década de 1990 funcionaban en la PBC 14 plantas (12 pertenecientes a SCPP, una al sector privado en Puerto López Mateos, BCS y otra más en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Con el giro de la comercialización a la presentación de langosta viva, hacia mediados de dicha década, la presentación cocida-congelada está en desuso. La mayoría de las plantas están adaptadas para otros procesos y productos, tales como langosta cruda-congelada y cola de langosta. En pocos lugares como Isla Natividad, Bahía Tortugas y Bahía Asunción aún se procesa la langosta cocida-congelada, lo que junto con la capacidad de procesar langosta cruda-congelada permite amortiguar las disminuciones drásticas de precios de langosta viva así como canalizar ambos productos a otros mercados o almacenarla.

Además de langosta, las plantas de las SCPP tienen capacidad para enlatado de abulón y caracol, fileteado y congelado de pescado, lo que les permite diversificar la producción y uso de las plantas.

Para el caso de langosta viva se instalaron viveros y centros de acopio en algunas localidades cercanas a los campos pesqueros. Dependiendo de la geografía y distancias se transporta viva en camiones equipados con refrigeración, en avión (Isla Guadalupe) o en barcos (Isla

Cedros), hacia los centros de recepción y distribución en Ensenada BC. La langosta que llega débil a los centros de recepción es procesada en presentación entera-cruda-congelada o cola-congelada.

Indicadores económicos

La tabla 3 presenta el valor de la producción total por zonas y por especies de langosta en la temporada 2002-2003. El valor total de la producción ascendió a 27.8 millones de dólares

Según la balanza comercial de productos pesqueros 2002 (Anuario de Estadístico de Pesca 2003) las exportaciones mexicanas de langosta fueron del orden de 1,995 t con un valor estimado de 41 millones de dólares, lo que la ubica como la tercera pesquería más importante en generación de divisas, después del camarón y atún (CONAPESCA 2002).

Destino y presentación del producto

Tradicionalmente la langosta se comercializa en presentación cocida-congelada, a mediados de 1990 se incrementa la demanda de langosta viva en países asiáticos (China, Taiwán, Hong Kong y Japón) desplazando rápidamente a la anterior. Ese cambio se debió principalmente a los mayores precios que se obtienen para la langosta viva y el menor costo de procesamiento. Actualmente más del 70% de la producción se comercializa como langosta viva, seguida de la presentación cruda-congelada, cocida-congelada y cola.

Aunque la mayor parte de langosta roja viva se exporta a Asia, pequeños embarques de langosta cocida congelada se han enviado a mercados Europeos donde esa presentación tiene más demanda a mejores precios. Aproximadamente se exporta 90% de la producción de langosta y 10% se destina a consumo nacional (incluyendo las especies tropicales azul y verde).

Certificación y ecoetiquetado

La comercialización puede estar restringida o estimulada, dependiendo del mercado destino, mediante distintos mecanismos de certificación; que pueden ser de calidad, sanitarios o ecoetiquetado de productos. En este sentido la Comunidad Europea impone como requisito que las plantas procesadoras que exporten a ese mercado deben estar certificadas conforme a sus estándares de calidad. En los últimos años solo tres plantas de la costa centro occidental de la PBC (Bahía Asunción, Isla Natividad e Isla Cedros) han sido certificadas.

La certificación ecológica y el ecoetiquetado de productos son instrumentos novedosos, desarrollados en la segunda mitad de la década de 1990, con gran potencial para incentivar económicamente al productor a la vez que se fortalece el manejo de la pesquería y la protección de su ecosistema. En abril de 2004 la pesquería de langosta roja del stock central de la península de Baja California fue certificada como sostenible y bien manejada, bajo los estándares del Consejo Administración Marina [Marine Stewardship Council (MSC)]. Bajo esta categoría se puede utilizar una ecoetiqueta que indica que el recurso y sus productos provienen de un ambiente ecológicamente sostenible.

La perspectiva del ecoetiquetado es que este facilite el acceso a mercados internacionales, ofertando productos cuya calidad y aceptación no dependen exclusivamente del precio; así, en la medida que se obtenga el incentivo económico, el ecoetiquetado coadyuvará a consolidar la sostenibilidad de esta pesquería. Esta certificación pudiera actuar como estímulo para inducir la recuperación y manejo sostenido de otros stocks de langosta roja en la zona norte y sur de la península, o incluso en otras pesquerías de la región. El stock certificado es explotado mediante concesión por nueve SCPP ubicadas entre Isla de Cedros y Punta Abreojos, afiliadas a la Federación Regional de Cooperativas “Baja California”. Dicho proceso fue impulsado voluntariamente por los productores y la condición de sostenibilidad de la pesquería fue acreditada en base a la información y asesoría científica aportada por el Proyecto Langosta del Instituto Nacional de la Pesca (INP) (Vega 2005).

No obstante los beneficios que ofrece el ecoetiquetado en el mediano plazo, es importante advertir que tales instrumentos plantean paradigmas y retos para su plena implementación y seguimiento. Aunque los procesos de certificación y ecoetiquetado de recursos marinos en el contexto internacional fueron originados en la sinergia de WWF y UNILIVER (FAO 2003), actualmente son controlados por el MSC, a través de consultoras privadas. El MSC actúa como empresa y cobra una comisión a sus clientes por el uso de su eco-etiqueta o logotipo. En ese contexto dichos procesos se rigen por acuerdos y contratos en el ámbito de lo privado, y al ser controlados por instancias extranjeras quedan fuera del marco legal e institucional vigente. Con ello se corre el riesgo de imponer compromisos a las organizaciones productoras en materia de evaluación y manejo de recursos; siendo esto competencia de las dependencias normativas mexicanas. En ese sentido es importante advertir que si bien los procesos de ecocertificación deben ser voluntarios y transparentes, también están obligados a respetar el marco legal de los países donde se otorga, entre otros lineamientos. Al respecto es recomendable que los productores y grupos interesados gestionen el reconocimiento de los citados procesos, promoviendo las adecuaciones legales, o al menos los convenios de cooperación interinstitucional pertinentes, en este caso con el INP y CONAPESCA.

MANEJO

Medidas administrativas

La legislación y regulación pesquera es competencia federal en México. Los procedimientos legales y mecanismos de control están previstos en la Ley de Pesca, y su Reglamento, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y la Ley Orgánica de la Administración Pública de la Federación. Colateralmente la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) establece disposiciones y normas complementarias aplicables al sector pesquero y acuícola en las Áreas Nacionales Protegidas a través de las Reservas de la Biosfera y parques marinos.

El desarrollo de la pesquería de langosta es paralelo a la formación de las SCPP. A principios de los años treinta el Gobierno Mexicano decretó la exclusividad de explotación de la langosta, entre otros recursos, para los pescadores ribereños mexicanos (Vega *et al.* 1996). Entre 1936 y 1938 se establece por Ley el sistema de “especies reservadas” a las SCPP, asignándose una zona exclusiva de pesca a cada grupo. Durante mas de 50

años la pesquería operó bajo el sistema referido, pero en 1992 fue reemplazado por un nuevo esquema de concesiones y permisos (Vega *et al.* 1997), temporales y teóricamente transferibles al ser modificada la Ley de Pesca

Según lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las medidas que regulan la explotación de langosta están establecidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-PESC-006-1993) (DOF 31.12.1993) y el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, están definidos en la NOM-PESC-009-1993 (DOF 15.03.1994). Adicionalmente, la Carta Nacional Pesquera (DOF 01.09.2000; 15.03.2004) es el instrumento más reciente que establece el estado de explotación de los recursos pesqueros y los lineamientos para su ordenamiento.

De acuerdo a la actual estructura de la Administración Pública Federal, la responsabilidad de conducir las políticas y estrategias del desarrollo pesquero recae en la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), incluyendo los servicios de inspección y vigilancia. Mientras que la Investigación para evaluación y manejo es conducida por el INP. Ambas instituciones funcionan con el carácter de órganos desconcentrados sectorizados dentro de la Secretaría de Agricultura Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Sistema de manejo

Aunque formalmente aun no hay un plan de manejo de la pesquería, en este caso a través de diversos talleres y foros técnicos se ha planteado como objetivo general de manejo *“garantizar la explotación sostenida del recurso, manteniendo la capacidad reproductiva a un nivel que permita el suficiente reclutamiento anual a la pesquería”*.

El sistema de manejo consta de los siguientes mecanismos (Vega *et al.*, 1997; Vega 2003):

- A). Acceso limitado mediante zonas exclusivas de pesca por cooperativa (concesiones de especie por zona), en la práctica el acceso limitado lo fortalecen mecanismos de concesiones que garantiza el derecho de acceso a los productores ya establecidos por periodos renovables de hasta 20 años.
- B). Mecanismos regulatorios tradicionales: talla mínima legal (TML), vedas temporales por zonas, restricción en artes de pesca y protección de hembras ovígeras; cuyo objetivo es proteger la reproducción y el reclutamiento a la población explotable.

Para el control de TML la NOM-006-PESC contempla dos medidas para las especies del litoral del Pacífico; 82.5 mm de longitud cefalotórax (LC) para las especies distribuidas desde Baja California hasta Colima, y de 75 mm LC para *P. inflatus* y *P. gracilis* en los litorales comprendidos de Michoacán a Chiapas. Lo anterior debido a las diferencias biológicas de las especies, particularmente de crecimiento en las distintas zonas. Adicionalmente establece la obligación de regresar vivos al mar los organismos de tamaño menor a la TML y hembras ovígeras, también estipula que las langostas deben ser desembarcadas enteras para facilitar el monitoreo de las capturas y la verificación de la talla mínima.

No obstante que en el litoral del Pacífico una parte de la producción de langosta se comercializa en la presentación de cola de langosta, congelada ó enhielada, en la NOM-006-PESC-1993 no se previó la equivalencias en peso (o longitud) de cola a efecto de facilitar la verificación de talla mínima de longitud de caparazón. En consecuencia, la comercialización de langosta en esa presentación está fuera de control oficial y ese vacío normativo ha sido aprovechado para la pesca ilegal. Como medida preliminar de control la CONAPESCA, tomando como base la información reportada por Vega (2004), emitió, al inicio de la temporada 2003-2004, una disposición administrativa que establece las equivalencias de peso de cola respecto a la talla mínima legal de 82.5 mm (LC) vigente, para las especies de langosta de la península de Baja California.

En cuanto a restricciones de artes de pesca la NOM-PESC-006 y la Carta Nacional Pesquera establecen que la trampa es el único arte de pesca autorizado para la pesca de langosta del Pacífico. A través de los permisos de pesca o títulos de concesión se establece un número máximo de embarcaciones y trampas autorizadas a cada SCPP. Internamente cada organización distribuye las trampas por embarcación entre los socios productores. Tales asignaciones se determinaron en base a los antiguos permisos de pesca, pero no en criterios de asignación óptima basados en evaluaciones cuantitativas, hasta la fecha las SCPP ejercen una forma de autocontrol del esfuerzo dentro del tope máximo asignado.

Como la pesquería está en su máximo nivel de explotación, la estrategia de manejo definida en la CNP (DOF 15.03.2004) establece no aumentar el esfuerzo pesquero en la costa occidental de la PBC. El reto futuro es revisar los niveles actuales de esfuerzo ejercidos por las organizaciones productivas para optimizar la rentabilidad de la pesquería bajo criterios bio-económicos.

Mientras que la TML ha permanecido estable por varias décadas, la veda ha cambiado desde 1992 al presente, pasando de un esquema general rígido a uno dinámico por zonas (tabla 4).

En la medida que se avanzó en la caracterización de las diferencias geográficas del proceso reproductor, bajo el enfoque del manejo adaptativo y corresponsable con los productores, el esquema de veda ha evolucionado en las siguientes etapas:

1. A partir de la temporada de pesca 1992-1993 se aplica un esquema de veda con dos grandes zonas en la costa occidental de la Península de Baja California, divididas por una línea imaginaria, a la altura de Punta Malcomb en la Laguna San Ignacio (DOF 09.09.1992).
2. El siguiente ajuste consistió en introducir una zona intermedia entre la I y II, por lo que para el cierre de la temporada de pesca 1994-1995, a partir del 1º de mayo de 1995 se tenían ya tres zonas (DOF 11.04.1995).
3. El esquema de veda actual con 5 zonas de manejo, cuatro en la PBC (Fig. 7) y una para el litoral continental, con periodos de veda desfasados y flexibles, se estableció para la temporada 1996-1997. Para esta modificación se ajustaron las fechas de veda y colindancias entre las zonas II y III. Este esquema se ha mantenido desde entonces con modificaciones temporales en las zonas II y III:

Tabla 4. Esquema de veda de langosta por zonas en la península de Baja California y Pacífico Mexicano indicando la fecha de inicio y fin de temporada de pesca. Fuente: Programa Langosta CRIP-La Paz (Vega et. al. 1996; DOF 24.10.1996, 14.04.2000).

Zonas	Nombre común	Nombre Científico	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
I. Frontera México-EUU a Arroyo El tordillo, BCS	Langosta roja	<i>Panulirus interruptus</i>	día 16					día 15				
II. Arroyo el Tordillo a	Langosta roja	<i>Panulirus interruptus</i>										
Boca del Pabellón, BCS	Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>		día 1º				día 28				
	Langosta verde	<i>Panulirus gracilis</i>										
III . Boca del Pabellón a	Langosta roja	<i>Panulirus interruptus</i>										
Cabo Tosco, BCS	Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>			día 1º			día 31				
	Langosta verde	<i>Panulirus gracilis</i>										
IV. Cabo Tosco a Cabo San Lucas, BCS, y	Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>										
costa oriental península de Baja California	Langosta verde	<i>Panulirus gracilis</i>			día 16						día 31	
V. Pacífico continental, de Sonora	Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>										
A Chiapas.	Langosta verde	<i>Panulirus gracilis</i>			día 16							día 30
	Langosta Revillagigedo	<i>Panulirus penicillatus</i>										

3.1. Durante la temporada 1997-1998 ante los efectos del evento El Niño de dicho periodo, se autorizó una prórroga de 15 días de captura en la zona II (Fig. 8) efectiva a partir del 10 de marzo de 1998.

3.2. Al finalizar la temporada de pesca 1999-2000, ante los efectos del evento La Niña (condiciones frías) se recomendó ampliar el periodo de captura en la parte sur de la zona II (El Delgadito a Las Barrancas) y en toda la zona III, debido al retraso observado en la reproducción, sin embargo su aplicación no tuvo efecto.

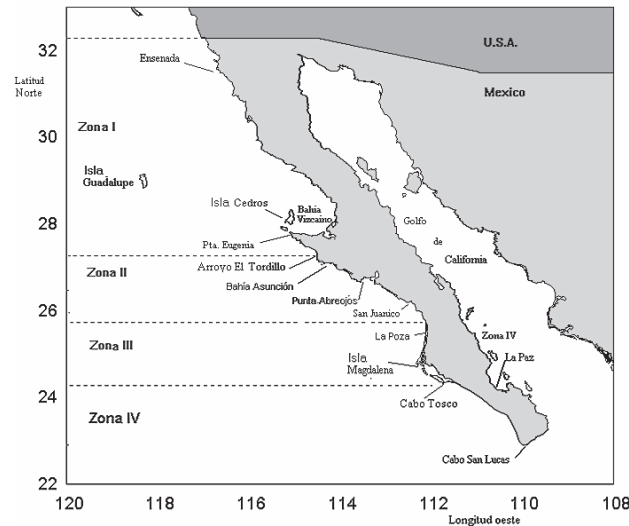


Figura 7. Esquema de veda por zonas de la pesquería de langosta (*Panulirus spp*) en la península de Baja California, vigente desde la temporada 1996-1997. Fuente: Programa Langosta CRIP-La Paz (Vega et al. 1996; DOF 24.10.1996, 14.04.2000).

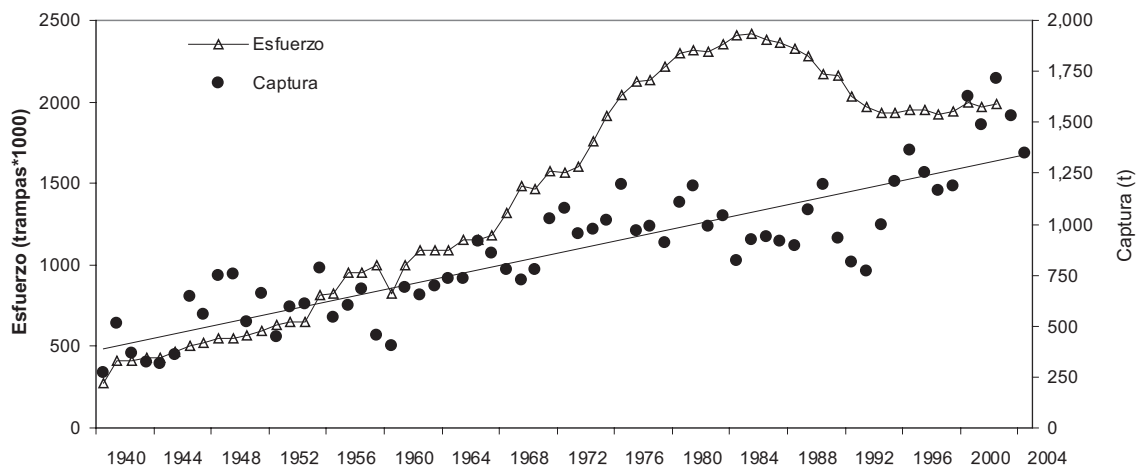


Figura 8. Comportamiento de la captura y esfuerzo de la pesquería de langosta roja en la zona central de la península de Baja California. La línea discontinua es la tendencia de largo plazo de la captura.

Al evaluar la efectividad del esquema de veda por zonas en la PBC, tomando las capturas como indicador, se ha demostrado que tal mecanismo ha sido efectivo en las zonas I, II y IV con excepción de la zona III. Cabe precisar que el buen estado de la pesquería en la zona I y II se debe a la elevada productividad de la región central de la península de Baja California y a la organización y respeto a la normatividad legal e interna de las SCPP.

En la zona IV la producción global la determina la SCPP “Gral. Melitón Albañez”, que es la única que presenta una tendencia creciente desde la temporada 1998-1999 a la 2002-2003; dicha recuperación de producción después de 1996-1997 responde en buena medida la reorganización de esa cooperativa, que ha reforzado sus controles internos y la vigilancia contra pescadores furtivos.

Por el contrario, la escasa producción de la zona III sugiere que no ha sido efectiva la regulación de la veda por a la pesca ilegal y violaciones a la talla mínima legal. Ante ese hecho y bajo consideraciones de orden técnico basadas en la mezcla de especies y las diferencias de los respectivos patrones de reproducción dentro de la zona de transición templado-tropical, se encuentra en proceso un ajuste a los términos de la veda en tiempo y delimitación de las zonas III y IV para efectos de la temporada de pesca 2005-2006 (Vega y Espinoza 2004)

C). Medidas de conservación y protección al ambiente. En la concesión o permiso se establecen obligaciones a los productores para coadyuvar a la protección, conservación y mejoramiento del recurso y su hábitat, así como de colaboración en las investigaciones pertinentes, en los términos previstos en la Ley de Pesca y su Reglamento. Adicionalmente otras disposiciones genéricas en esta materia se definen en la LGEEPA, particularmente aquellas relacionadas con la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno” (ReBiVi) y demás Áreas Nacionales Protegidas (ANP). El “*plan de manejo*” de la ReBiVi establece una franja costera de 5 km por 250 km de largo (casi 1,250 km²) de la plataforma occidental, desde el paralelo 28, incluidas la Laguna Ojo de Liebre y Guerrero Negro, hasta el estero El Dátil, al sur de Laguna San Ignacio, como zona de amortiguamiento para protección de la ballena gris, biota de las islas y recursos pesqueros existentes (INE 2000). En consecuencia, la mayor parte de la zona central de la PBC queda sujeta parcialmente a las reglamentaciones del Plan de Manejo de la ReBiVi. Entre estas no pescar en las Lagunas Ojo de Liebre después del 15 de diciembre, para protección de la ballena gris, y la prohibición de instalar redes de enmalle en áreas de corrida langostas.

D). Extensionismo pesquero y mecanismos de corresponsabilidad (co-manejo). El proyecto langosta del CRIP-La Paz lo ha fomentado así como estrategias de co-manejo (o corresponsabilidad) con los sectores productivos. El primero comprende la asistencia técnica para transferir a los productores, como usuarios inmediatos, los resultados (conocimiento e información científica) de los proyectos de investigación, a través de pláticas a pescadores en el campo, documentos, publicaciones y foros técnicos.

Por otra parte, en el ordenamiento del desarrollo pesquero son importantes los factores organizativos, además de los técnicos, para asegurar un desarrollo social y biológicamente sostenible (Bayley y Jentoft 1990). Esto significa que además de mecanismos científicos, la efectividad de estos y el buen manejo en su conjunto dependen de contar con el respaldo de una buena organización de los productores y de mecanismos institucionales que faciliten la coordinación entre autoridades de inspección y vigilancia, dependencias normativas, investigadores y productores en los procesos de toma de decisiones de manejo (Vega *et al.* 1996; Vega *et al.* 2001).

La corresponsabilidad con los productores incluye desde su participación en trabajos de investigación y monitoreo, hasta la discusión de resultados en foros (reuniones técnicas, talleres), como parte de un proceso tendiente a transparentar técnicamente las recomendaciones de manejo, bajo el principio de la mejor evidencia científica.

Como antecedente es importante mencionar que a partir del “Comité Regional Técnico Consultivo de la Pesquería de Langosta del Pacífico”, instalado inicialmente en Ensenada

en 1988, se impulsa notablemente la investigación para evaluación y manejo, mediante la coordinación entre investigadores del INP y las organizaciones productivas. El CRIP La Paz ha organizado más de 10 talleres de manejo y reuniones técnicas, al menos una vez al año, en las cuales se discuten y consensúan las recomendaciones de manejo implementadas en la década de 1990 y persisten hasta la fecha. Este mecanismo de corresponsabilidad y co-manejo ha funcionado exitosamente desde finales de 1980 en la zona económica de la Federación “Baja California”, siendo un factor importante en el manejo sostenible de la pesquería en la zona central de la PBC. Además del personal científico del INP y técnicos de las cooperativas, en esos eventos también participan instituciones académicas y de dependencias normativas.

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 del Gobierno Federal contempla la creación de Consejos Estatales y Comités Regionales de Pesca, así como Subcomités por pesquería como nuevas instancias de coordinación tendientes a simplificar y desconcentrar el proceso de toma de decisiones. En abril de 2003 se instaló el Subcomité para la Pesquería de Langosta en Baja California Sur, como grupo de trabajo del Programa de Ordenamiento Pesquero del Consejo Estatal de Pesca y Acuicultura.

Sin menoscabo de que se llegase a establecer otro similar en Baja California, es importante destacar la necesidad de una estructura regional para la integración coherente del manejo de la pesquería de la PBC en función del ámbito geográfico de la población y sus distintos stocks. Particularmente en el caso de la sub-población más importante, distribuida en la región central que comprende una porción de la plataforma sudoccidental de BC y la noroccidental de BCS, mas allá de los límites estatales.

Análisis cuantitativo

En este documento se actualiza el análisis de la primera evaluación de langosta roja de la zona central de la península de Baja California (Vega *et al* 2000) con datos de 1971-1997 de la zona central debido a que se cuenta con buena información sobre su biología, ambiente y explotación, obtenida a lo largo de los últimos 15 años (Vega 2003). Sin embargo, no así para los stocks de langosta roja de las zonas norte y sur de la península como tampoco para las especies tropicales (langosta azul y verde).

Desde el punto de vista biológico el stock central es considerado como el núcleo de la población respecto al ámbito de esa especie (Lindberg 1955; Vega 2003a). Adicionalmente, es el más importante en volumen de captura y valor.

Modelos

Un análisis robusto para la mejor recomendación de manejo debe presentar alternativas de evaluación, por lo que se usaron varios métodos basados en los siguientes enfoques de modelación:

- 1). Modelos globales de producción excedente (MPE), en su versión dinámica (Hilborn y Walters 1992). Este es uno de los métodos más simples al usar sólo series de tiempo de captura o índices de abundancia y esfuerzo de pesca. Permiten determinar el esfuerzo óptimo que produce la captura máxima sostenible, sin poner en riesgo el equilibrio de la población en el largo plazo (Caddy 1988; Gulland 1983).

- 2). Modelo bioeconómico dinámico a partir de los MPE, que permite analizar los costos y la renta económica en la explotación del recurso, y evaluar la respuesta de la biomasa de la población, la captura y la renta ante diferentes opciones de manejo (Seijo 1996; Seijo *et al.* 2001).
- 3) Métodos analíticos de dos tipos: modelos de remoción o del tipo Leslie-Delury (Leslie y Davis 1939; Delury 1945), en sus versiones modificadas (Restrepo 1996; 1998) y modelos estructurados basados en tallas (análisis de cohortes de Jones) y edades [análisis secuencial de poblaciones (Restrepo 1998)].

A partir de los modelos se obtuvieron algunos puntos biológicos de referencia (PR) que permiten evaluar el comportamiento del recurso y la pesquería, analizar las opciones de manejo bajo diferentes criterios y recomendar su implementación sobre bases más sólidas. Se presentan brevemente los resultados de cada modelo:

1. Modelos de producción excedente, versión dinámica de biomasa (MDB).

En la versión propuesta por Hilborn y Walters (1992), el modelo esta definido por:

$$B_2 = B_1 + rBt_1 \left(\frac{B_0 - Bt_1}{B_0} \right) - Ct_1 \quad (1)$$

donde:

- r = tasa intrínseca de crecimiento
- B_0 = biomasa virgen (capacidad de carga)
- Ct_1 = captura al tiempo t_1
- Bt_1 y Bt_2 = biomasa al tiempo t_1 y t_2 respectivamente.

La Figura 8 muestra el comportamiento de las series de captura y esfuerzo para el periodo 1940-2004. Para el ajuste del modelo solo se utilizaron los datos de 1946-2002, que comprende la fase de expansión de la pesquería, de mediados de 1940 a fines de la década de 1970, así como la etapa actual de pleno desarrollo cercana a sus máximos niveles de explotación. El esfuerzo muestra una tendencia creciente gradual hasta sus máximos niveles en la década de 1980, al final de esta y durante 1990 disminuyó moderadamente observando cierta estabilidad en la última década, aunque con un leve repunte de 2000 a 2004. La declinación se debió a la reducción de la temporada de pesca desde 1989-1990, y formalmente desde 1992 mediante ajustes al periodo de veda (Vega *et al.* 1991; Vega *et al.* 1992; DOF 09.09.1992).

La eficiencia de las operaciones de pesca parece haber mejorado hacia la segunda mitad de 1990, debido a las innovaciones tecnológicas en accesorios de navegación, características de las trampas (incluyendo ventanas de escape), y mejoras en tácticas operativas. A reserva de examinar el efecto de tales factores sobre la capturabilidad de las trampas, es preciso mencionar algunos de los cambios pueden mejorar la eficiencia operativa y económica, pero no necesariamente inciden en la capturabilidad.

Cabe hacer notar que con respecto a la longitud de las series de tiempo de captura y esfuerzo el periodo de las innovaciones es reciente y muy corto; principalmente desde 1996 a 2002.

Por lo anterior y considerando que la unidad de esfuerzo sigue siendo el número de trampas revisadas, se utiliza la serie de esfuerzo disponible en los análisis cuantitativos, aún sin ajustarlo a las condiciones recientes.

Mediante el modelo dinámico de biomasa se obtuvieron estimaciones del rendimiento máximo sostenible (RMS), así como de la biomasa y esfuerzo óptimos para el RMS. El método supone que la captura se conocía con precisión y que por lo tanto la variabilidad en la CPUE se debe a errores de observación en la medición del esfuerzo pesquero. El cálculo del coeficiente de capturabilidad (q) se realizó mediante una función de máxima verosimilitud con error lognormal, mientras que los parámetros de k y r se estimaron con la herramienta Solver de Excel, minimizando como función objetivo la suma de cuadrados de los residuales entre la captura observada y la calculada.

Las Figs. 9 y 10 muestran los resultados del modelo dinámico de biomasa de Schaefer y Fox, respectivamente, en términos de CPUE y captura pronosticada. Note que el modelo parece ajustarse durante una parte del periodo de las series analizadas, entre 1956 y 1980, mientras que las capturas y CPUE pronosticadas presentan fuertes desviaciones respecto a las capturas observadas en los años iniciales y finales del periodo. La variancia (R^2) explicada por los modelos es del orden de 0.57 (Fox) y 0.47 (Schaefer).

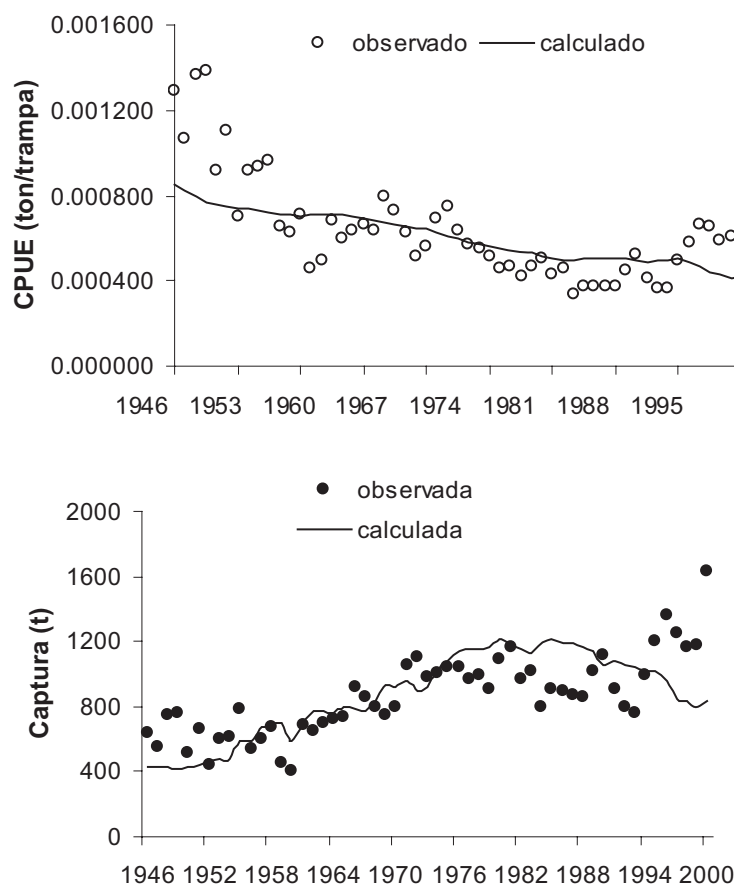


Figura 9. **Captura y esfuerzo calculados** con el modelo dinámico de biomasa de Schaefer.

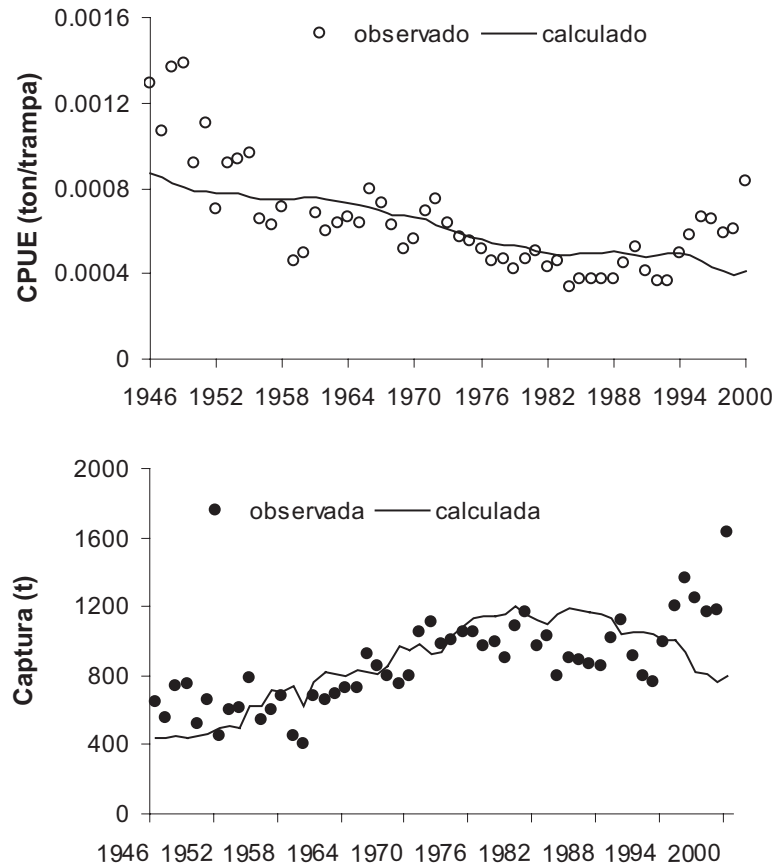


Figura 10. Captura y esfuerzo calculados con el modelo dinámico de biomasa de Fox.

Modelo bio-económico dinámico

Con los parámetros resultantes del modelo de Schaefer en su versión dinámica (Hilborn y Walters 1992) se utilizó un modelo bio-económico dinámico, según la metodología de Seijo *et al.* (1997):

$$C_t = q * f_t * B_t \quad (2)$$

La dinámica del esfuerzo se calcula en función del parámetro de dinámica de la flota (U) y de la renta (R) mediante la ecuación:

$$f_{t+1} = f_t + U * R_t \quad (3)$$

donde:

$$\begin{aligned} R &= IT_t - CT_t \\ IT_t &= \text{Ingresos totales en el tiempo } t \\ CT_t &= \text{Costos totales en el tiempo } t \\ d &= \text{Tasa de descuento del capital en el tiempo} \\ U &= \text{Parámetro de dinámica de la flota} \end{aligned} \quad (4)_t$$

Finalmente se estima el valor presente neto de la renta para un período t de años:

$$VPN = \sum \left(\frac{IT_t - CT_t}{(1+d)^t} \right) \quad (5)$$

Los parámetros económicos (costos e ingresos) estimados se indican en la tabla 5. Estos se estimaron con datos de la temporada 1999-2000 a partir de información proporcionada por la F.R.C. "Baja California" (Mario Ramade *com. pers.*). Los ingresos se calcularon en base al precio global promedio de 18 dólares (USD) por kg.

Tabla 5. **Resumen de los costos e ingresos en dólares (USD) temporada 1999-2000**

Conceptos de costos	Importe Dólares (USD)
Pesquería:	16,508,273
Variables	15,042,580
Fijos	1,465,693
De oportunidad	23,647
Costos variables asociados a la unidad de esfuerzo pesquero (f)	8.5
Industria	1,463,409
Total de Costos	17,971,683
Total de Ingresos	20,407,696

El costo unitario por trampa revisada se estimó entre 8.5 y 9 dólares (USD) (costos variables asociados a la unidad de esfuerzo pesquero).

Las variables económicas de la tabla 5 y los coeficientes biológicos del modelo dinámico de biomasa de Schaefer (tabla 6) se utilizaron en el modelo bioeconómico para proyectar las trayectorias dinámicas de biomasa, captura y renta en función del tiempo y esfuerzo, considerando tres opciones de manejo de la pesquería: acceso abierto, cuotas de captura y restricciones de esfuerzo.

Tabla 6. **Parámetros de entrada del modelo bioeconómico**

Símbolo	Parámetro	Valor	Unidades
K	Capacidad de carga (t):	17,163	t
R	Tasa intrínseca de crecimiento (t por año):	0.223	t ⁻¹
C	Costo unitario del esfuerzo por trampa revisada	9	\$ por trampa
P	Precio de la especie	18,000	\$ por t
q	Coefficiente de capturabilidad	4.89214E-08	Trampas ⁻¹
U	Parámetro de dinámica de la flota:	0.055	\$ ⁻¹
D	Tasa de descuento	0.1	
F	Esfuerzo inicial	500,000	Trampas

La simulación comprende 75 años, considerando que la explotación bajo el régimen de cooperativas inició a mediados de 1930, y que la pesquería tiene antecedentes de operación formal desde la década de 1940 cuando se forman la mayor parte de las SCPP. En Ese contexto se estima que el esfuerzo inicial era del orden de 500 mil trampas (Vega 2003).

De los resultados del modelo bioeconómico bajo las opciones de manejo planteados cabe destacar lo siguiente (Fig. 11):

- En el acceso abierto el comportamiento de la biomasa depende de la dinámica del recurso y del esfuerzo. El cambio del esfuerzo es función del parámetro de dinámica de la flota (U). Así, la disminución inicial de la biomasa hasta del 58% sería un efecto del aumento del esfuerzo. El ajuste de este en función de la renta llevaría al aumento posterior de la biomasa, y así sucesivamente hasta alcanzar el equilibrio bio-económico en el largo plazo donde la renta se disipa.
- Bajo el escenario de cuota de captura, referida al RMS, se evitan fluctuaciones fuertes de la biomasa, ésta disminuye gradualmente hasta estabilizarse en el mediano y largo plazo sobre el 59% de la biomasa virgen; aunque esto no evita que la renta se disipe al no controlar el esfuerzo.
- La restricción del esfuerzo al nivel que genera el máximo rendimiento económico, a la vez que evita fluctuaciones drásticas de la biomasa permite mantener la renta por encima del punto de equilibrio y arroja los mejores niveles de renta en comparación con las otras opciones de manejo.

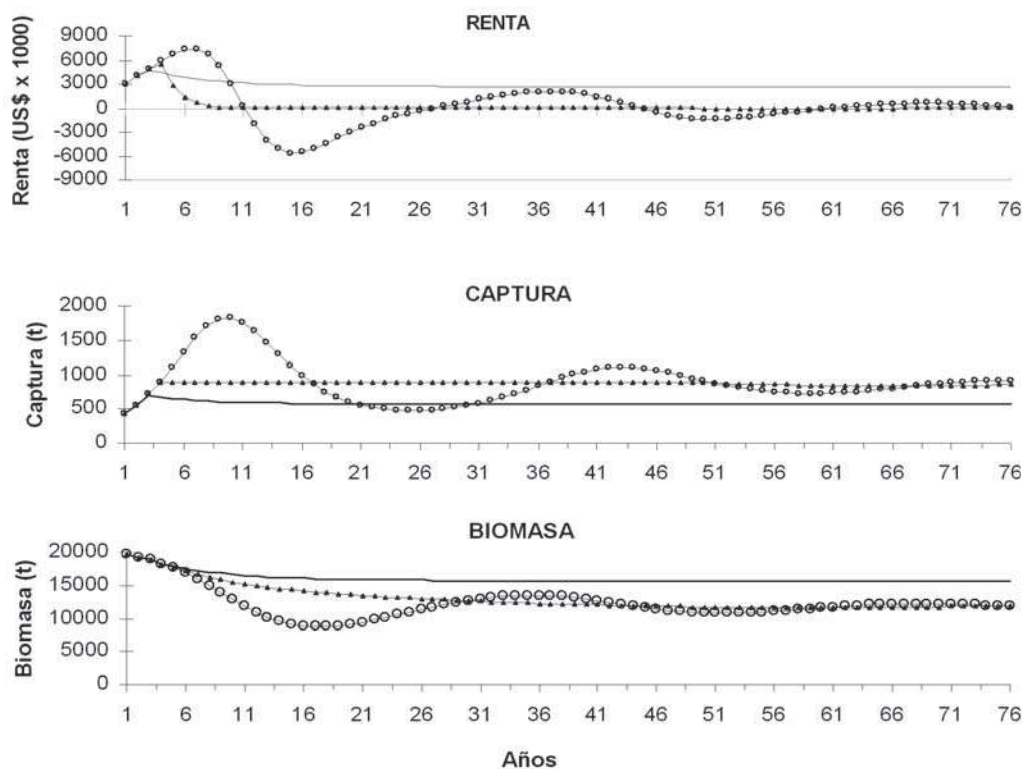


Figura 11. Trayectorias de renta, captura y biomasa, según el modelo bioeconómico, con tres opciones de manejo: Acceso abierto (círculos), cuota de captura al RMS (triángulos), y restricciones de esfuerzo al MRE (línea).

Modelos analíticos de remoción

Para este modelo se utilizaron datos mensuales de captura en número y esfuerzo de 1990-1991 a 1999-2000. El ajuste se realizó con la variante metodológica de Restrepo (1998) que permite estimar el tamaño inicial de la población, el reclutamiento para cada mes inicial y el coeficiente de capturabilidad (q), que se asumen constantes en todo el periodo.

El tamaño de la población al tiempo $t+1$ lo determina la ecuación:

$$N_{t+1} = (N_t + R_t)e^{-M} - C_t e^{-M/2} \quad (6)$$

Donde R_t = cero para todos los meses excepto el primer mes de la serie, estimado entre 1990 y 1999. De igual manera, el tamaño de la población a la mitad de cada mes es dado por:

$$N_{t+1/2} = (N_t + R_t) e^{-M/2} - C_t / 2 \quad (7)$$

Así, la captura en función del esfuerzo observado es calculada por:

$$c_t = qE_t N_{t+1/2} \quad (8)$$

Esta variante metodológica parte del supuesto de que el reclutamiento a la pesquería se produce durante el mes inicial de la temporada de pesca. El reclutamiento y tamaño inicial de la población en el primer mes de la serie se estimaron con la función Solver de Excel, mientras que la capturabilidad se calculó con una función de máxima verosimilitud con error lognormal. La función objetivo para el proceso de optimización es la suma de cuadrados de los logaritmos de los residuales entre la captura observada y la calculada.

La Figura 12 muestra el comportamiento estacional de la captura observada y calculada, en términos de CPUE. Nótese que la captura y el rendimiento pronosticados en número, se ajustan razonablemente bien con los datos observados ($r = 0.90$), lo que demuestra que este modelo describe razonablemente bien el patrón estacional de la pesquería de langosta roja.

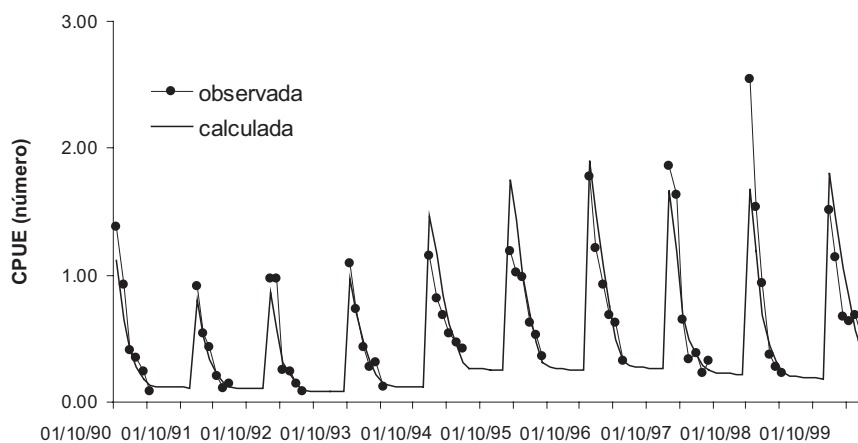


Figura 12. Resultados del modelo de remoción.

En la Figura 13 se presentan las salidas del modelo con respecto al tamaño inicial de la población y el reclutamiento (panel A) anual durante el periodo 1989 a 2000. En el panel inferior se muestra la relación entre la captura observada y el reclutamiento estimado por el modelo.

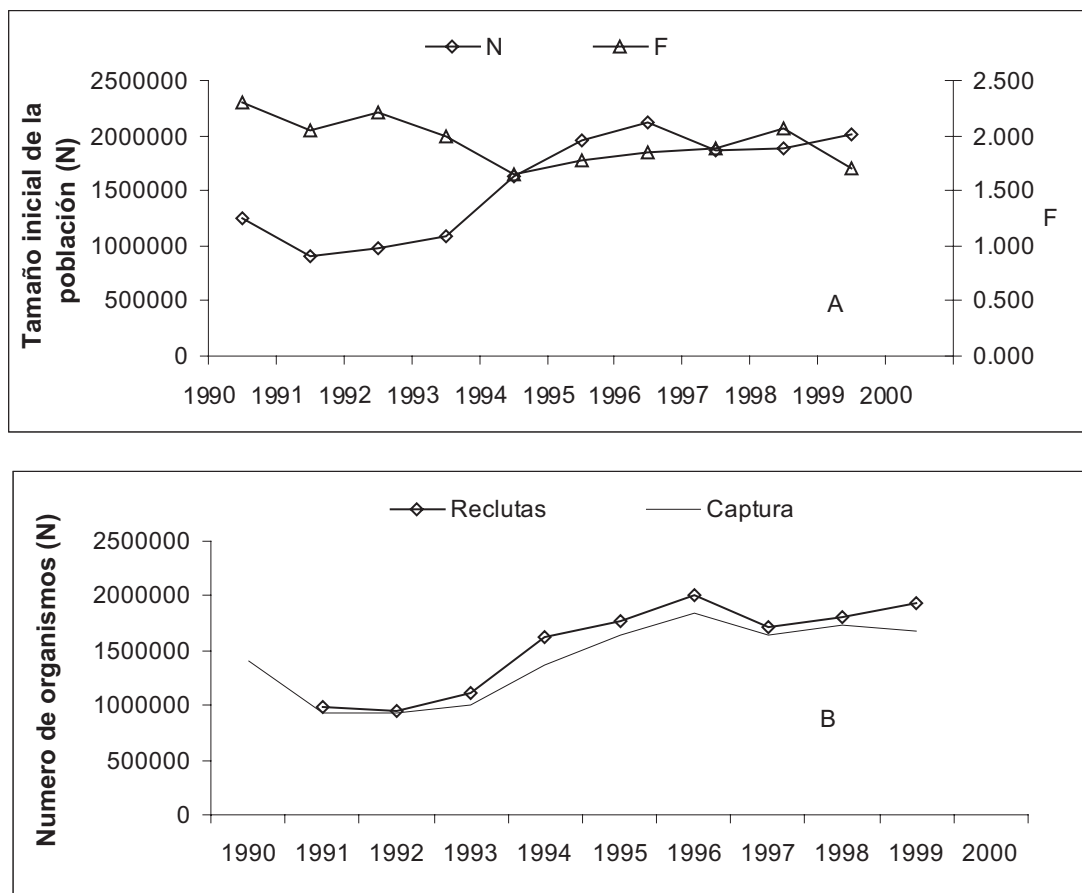


Figura 13. **Resultados del modelo de remoción. Panel superior (A):** Tamaño inicial de la población (N) y mortalidad por pesca (F). **Panel inferior (B):** Relación entre el reclutamiento (R) y la captura (C) en número.

Al respecto, se encontró que la captura de un año y el reclutamiento del año anterior se correlacionan positiva y significativamente ($r = 0.91$) mediante la siguiente ecuación:

$$Captura = 0.7528(IR) + 353470 \quad (9)$$

Lo que significa que la captura de una temporada depende, en el corto plazo, del reclutamiento (R) incorporado durante el periodo de veda anterior, lo que tiene sentido si recordamos que en la captura predomina el grupo de tallas “chicas” (83-90 mm LC), recién reclutados y que alrededor del 75% se captura en los primeros dos meses de la temporada (Vega, 2003).

Análisis de cohortes de Jones (ANCO)

Con el objetivo de tener un primer diagnóstico del estado de explotación del recurso, y para comparar con los resultados de otros métodos, se aplicó el ANCO de Jones. Para una

aproximación al supuesto de condiciones de equilibrio, el análisis se realizó con la estructura de talla promedio del periodo 1990-2000.

El análisis de cohortes (también llamado análisis de población virtual, VPA) es una herramienta muy útil para obtener estimados de abundancia y tasas de mortalidad por pesca específica por edades (*Galluci et al.* 1995). Jones (1979, 1984) desarrolló un método de análisis de cohortes basado en tallas, a partir del análisis de cohortes de Pope basado en edades, que permite estimar los parámetros de la cohorte en condiciones de equilibrio, cuando se carece de datos de edad. Este modelo permite determinar la estrategia de pesca óptima, a través del arreglo de F por edades/tallas (patrón de captura) que en el largo plazo genera el máximo rendimiento del stock. El ANCO se basa en las siguientes ecuaciones:

$$N(t) = [N(t+\Delta t) * \exp(M * \Delta t / 2) + C(t, t+\Delta t)] * \exp(M * \Delta t / 2) \quad (10)$$

Que es la ecuación de análisis de cohortes basada en edades, y que se convierte en una versión basada en tallas introduciendo Δt en función de la ecuación inversa de VB en el término $\exp(M * \Delta t / 2)$:

Si

$$T(L1) = t_o - 1/k * \ln[1 - L1/L_\infty] \quad (11)$$

y

$$\Delta t = T(L2) - T(L1) = 1/k * \ln[(L_\infty - L1)/(L_\infty - L2)] \quad (12)$$

Entonces

$$\exp(M * \Delta t / 2) = \exp \{ (M/2 * 1/k * \ln[(L_\infty - L1)/(L_\infty - L2)]) \} \quad (13)$$

$$= [(L_\infty - L1)/(L_\infty - L2)]^{M/2k} \quad (14)$$

En la Figura 14 se muestra el resultado del ANCO de Jones, que incluye las curvas de mortalidad por pesca (F), estimaciones promedio de la captura en número y biomasa por clases de longitud, para cada sexo. Tanto la biomasa como la mortalidad por pesca fueron mayores en el intervalo de 82.5 a 92 mm (LC), que concentra alrededor del 82% de la población. Esta característica es congruente con la estructura que arroja los muestreos masivos de la población natural y de las capturas comerciales.

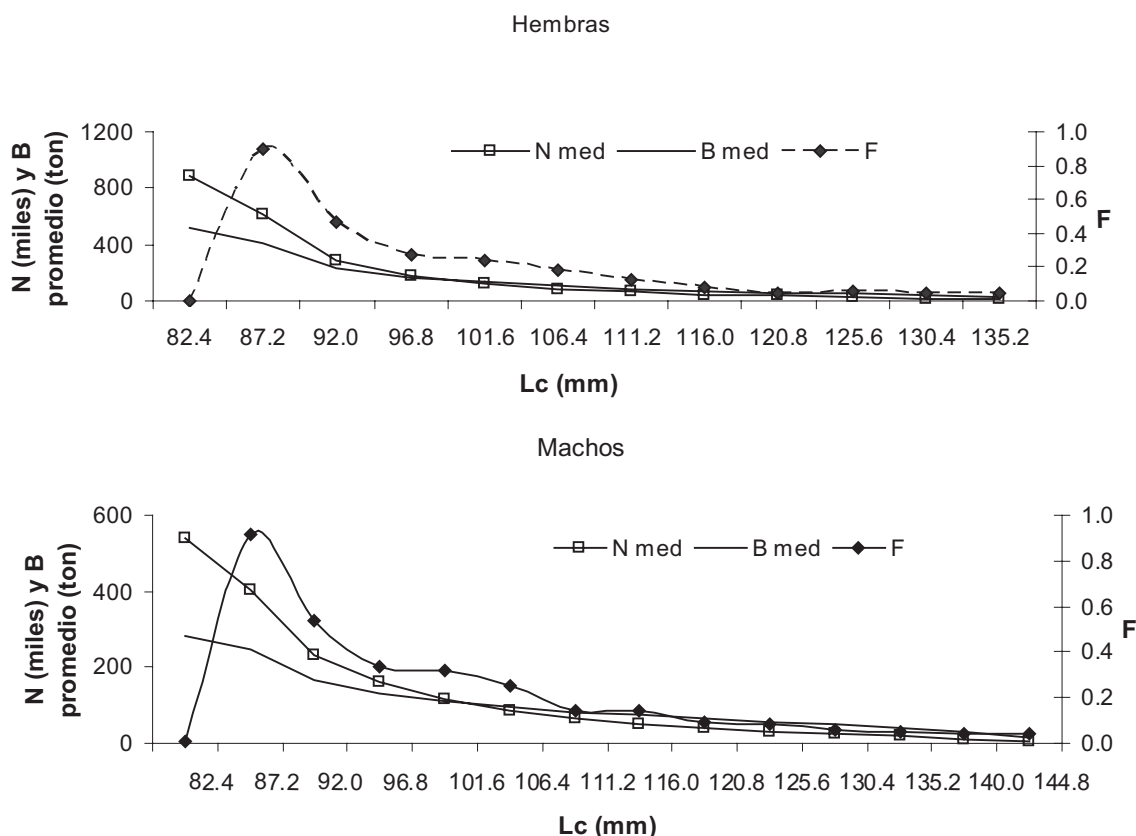


Figura 14. Resultados del modelo de Jones por clases de longitud y por sexos. Estimación de la mortalidad por pesca (F), captura en número (Nmed) y en biomasa (Bmed). Periodo 1989-2000.

Entre la aplicación de estos resultados cabe mencionar la construcción de curvas de selectividad/reclutamiento y estimación de las tallas de primera captura (al 50% de selección) mediante el método recomendado por Hoydal *et al.* (1982). Los valores estimados fueron de 84.3 mm LC, para ambos sexos, lo cual con respecto a la talla mínima legal (82.5 mm) indica que esta se respeta adecuadamente. Como referencia, la talla media de captura durante 1989-2000 fue de 90.6 y 89.1 en machos y hembras, respectivamente (Vega 2003).

Adicionalmente, los resultados del ANCO de Jones también pueden utilizarse en el modelo predictivo de Thomson y Bell (1934) para evaluar el efecto de cambios en la talla de primera captura (Puga *et al.* en prensa).

Análisis secuencial de poblaciones (ASP).

El ASP se realizó a través del programa FADAPT (versión 3.0) propuesto por Restrepo (1996). Este es un modelo estructurado por edades que permite reconstruir el tamaño de la población y las tasas de mortalidad, en sentido retrospectivo, desde el grupo de edad más viejo de la cohorte hacia los más jóvenes; lo cual es una ventaja con respecto al modelo de remoción que trata a los stocks como una sola unidad. El programa FADAPT funciona de la manera siguiente:

Dada una matriz de captura por edades y si son conocidos los valores de F a la edad en el año terminal, entre otros parámetros, es posible computar un análisis de población virtual

(APV) retrospectivamente. Lo cual permite estimar el tamaño de la población a cada grupo de edad para el periodo de tiempo que se tienen datos mediante las siguientes ecuaciones (Restrepo, 1996):

$$N_{a+1, t+1} = N_{a,t} e^{-F_{a,t} - M_{a,t}} = N_{a,t} e^{-Z_{a,t}} \quad (15)$$

$$C_{a,t} = \frac{N_{a,t} F_{a,t} (1 - e^{-F_{a,t} - M_{a,t}})}{F_{a,t} + M_{a,t}} \quad (16)$$

$$\frac{N_{a+1, t+1}}{C_{a,t}} = \frac{(F_{a,t} + M_{a,t})(e^{-F_{a,t} - M_{a,t}})}{F_{a,t}(1 - e^{-F_{a,t} - M_{a,t}})} \quad (17)$$

donde:

- a, t = edad, año
- N = tamaño poblacional en número
- F = tasa instantánea de mortalidad por pesca
- M = tasa instantánea de mortalidad natural
- Z = tasa de mortalidad total = $F + M$.

La ecuación (15) es la de sobrevivencia exponencial; la (16) es la ecuación de captura y asume que la extracción tiene lugar a una tasa constante durante el año. La ecuación (17) resulta de dividir (15) por (16).

En este caso la información base del ASP consiste en las matrices de captura en número por edades por sexo, estimadas a partir de las capturas en número por tallas y sexos del período 1989-2000.

En el proceso el FADAPT minimiza funciones objetivas calculadas con los residuales entre índices de abundancia y el tamaño de la población por edades. Los índices de abundancia utilizados para cada grupo de edad (calibración del modelo) fueron las series anuales del número de langostas capturadas por trampas en los muestreos masivos de la población. Mediante estos se monitorea la captura total de trampas a bordo de las embarcaciones mensualmente (incluida la época de veda y a organismos menores a la talla mínima legal).

Como resultado se obtuvieron las matrices por edades del tamaño de la población y de la mortalidad por pesca para cada sexo, a partir de estas se calculó el tamaño de la población y el reclutamiento por sexo para cada temporada de pesca durante el periodo.

Las Figs. 15 y 16 presentan la variación anual del promedio de mortalidad por pesca (F) y coeficiente de capturabilidad (q) de langosta roja para ambos sexos. El comportamiento de ambas variable es similar, destacando la tendencia decreciente.

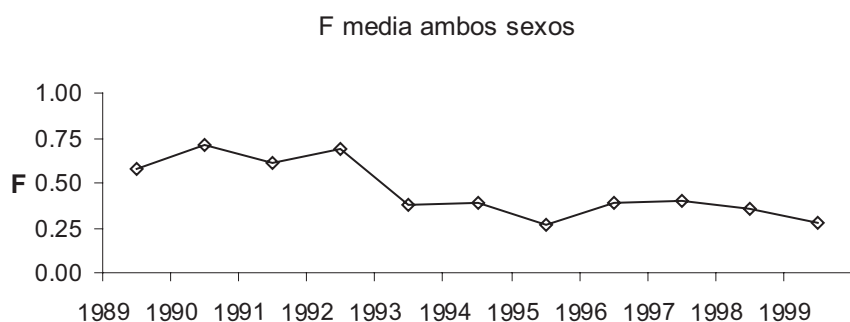


Figura 15. **Mortalidad por pesca (F) para ambos sexos (método ADAPT)**

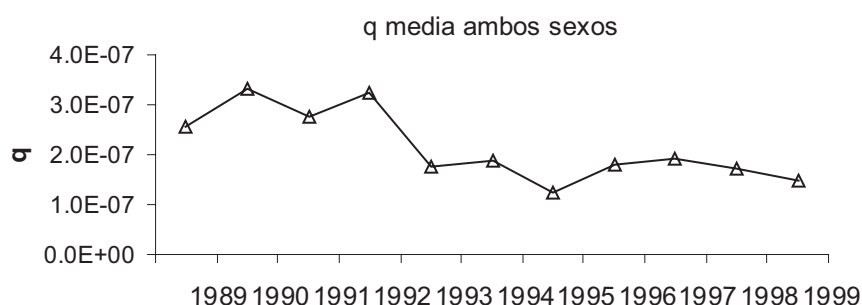


Figura 16. **Coefficiente de capturabilidad (q) para ambos sexos (método ADAPT)**

La salida del modelo en términos de reclutamiento (pre-reclutas) y biomasa capturable (stock de talla legal) se presentan en la Figura 17. Como referencia en el panel superior se muestra el comportamiento de la producción comercial obtenida en el periodo 1989-2002.

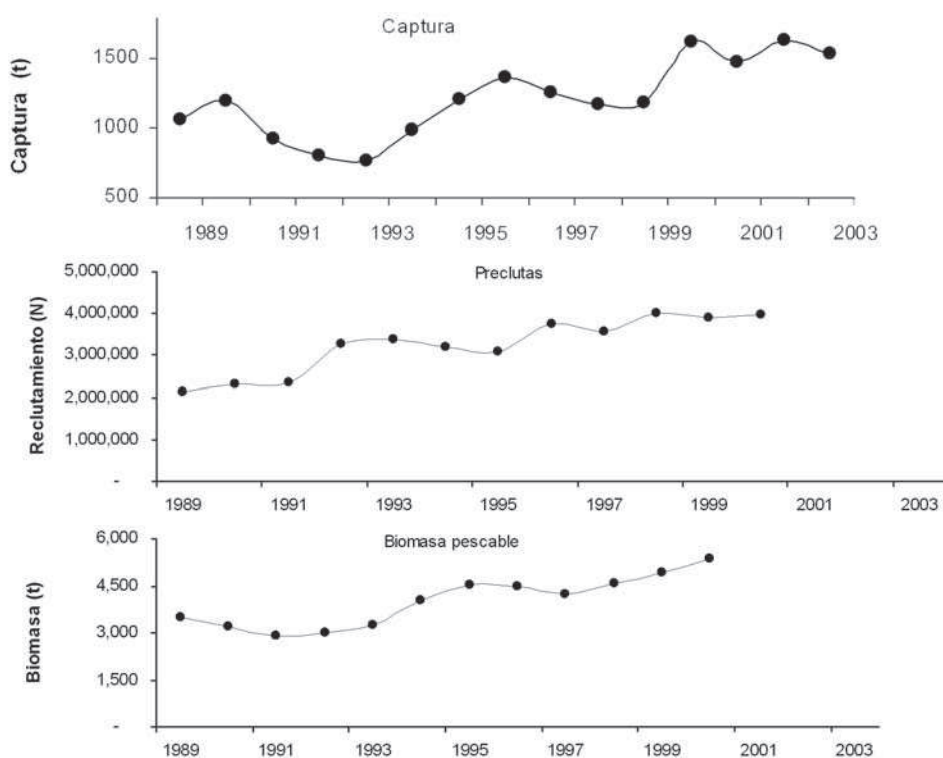


Figura 17. **Reclutamiento y biomasa obtenidos por el método ADAPT. Los pre-reclutas comprenden a machos de edad 6 y hembras de edad 7.**

Las estimaciones del reclutamiento y tamaño poblacional por este método muestran una tendencia muy similar a las obtenidas por el modelo de remoción; aunque el ADAPT tiende a dar valores más elevados. Una situación similar se reportó en la evaluación de la pesquería de *P. argus* en Cuba por estos métodos (Puga *et al.* 2000). A diferencia del modelo de remoción, el ADAPT permitió proyectar un pronóstico del nivel de captura hacia la temporada 2000-2001. Así, asumiendo un nivel de reclutamiento igual al promedio de las dos temporadas anteriores y que en 2000 se ejerció una mortalidad por pesca igual a la media de los tres últimos años, se calculó una captura del orden de 1,264 t (ambos sexos). Esta es congruente con la tendencia del modelo. Es notorio que en la serie de captura los altos niveles observados en las cuatro temporadas posteriores, la temporada 2000-2001 es consistente con la tendencia general de la biomasa pescable y el reclutamiento de “pre-reclutas”.

Puntos de referencia

Un punto de referencia (PR) se define como un valor convencional, derivado del análisis técnico (modelos) que representa el estado de la pesquería o de la población y que puede ser útil para el manejo de la unidad poblacional previamente determinada; para definir objetivos de manejo y el seguimiento de los cambios del estado de la pesquería (Mace 1994; Caddy y Mahon 1966).

De acuerdo a los enfoques de modelación aplicados, se determinaron los siguientes puntos de referencia:

Puntos de referencia basados en el rendimiento máximo sostenible (RMS).

La tabla 7 presenta los PBR (RMS, Biomasa y Esfuerzo óptimos) estimados mediante los modelos dinámicos de biomasa.

Tabla 7. Puntos biológicos de referencia para langosta derivados de modelos dinámicos de biomasa.

	Óptimo	Óptimo	Actual	Actual	Actual/Óptimo	Actual/Óptimo
PBR	Schaefer	Fox	Schaefer	Fox	Schaefer	Fox
B_{rms}	8,581	5,445	9,030	6,453	1.05	1.19
F_{rms}	0.11	0.18	0.18	0.24		
RMS	959	1,002	1,629	1,629		
f_{rms}	2,283,472	2,816,331	1,932,025	1,932,025	0.85	0.69

Para definir el *estatus* (Est) del recurso a partir de los modelos de producción excedente el primer paso consistió en conocer si la biomasa actual $B_{t_{Actual}}$ (1999-2000) es mayor o menor a $B_o/2$ y se obtuvo como:

$$Est = \frac{B_{t_{Actual}}}{[B_{PEM}]} \quad (18)$$

Así, el *estatus* del stock se ubicó de acuerdo a la siguiente *regla de decisión*:

Est	≤ 1 Estatus 1: el stock se encuentra abajo del nivel óptimo	► Se requiere estrategia de recuperación
	> 1 Estado 2: el stock se encuentra arriba del nivel óptimo	► La pesquería tiene potencial de desarrollo
	$= 1$ Estado 3: el stock se encuentra en el nivel óptimo	► La pesquería se encuentra en un nivel adecuado

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 7, el estatus del stock de langosta de la zona central se considera ligeramente por arriba del nivel óptimo, no obstante que el índice de esfuerzo requerido para el nivel del RMS sugiere que se encuentra por debajo de este nivel. En todo caso, se puede concluir que la pesquería actualmente se encuentra operando en niveles cercanos al óptimo, siendo la sugerencia lógica inmediata no incrementar la mortalidad por pesca.

Puntos de referencia basados en el análisis bio-económico.

La tabla 8 muestra los puntos de referencia que resultan del modelo bio-económico, incluyendo el valor presente neto (VPN). En función de los índices de costos estimados para alcanzar el punto de máximo rendimiento económico, el esfuerzo debería disminuirse aproximadamente a 923,649 trampas por temporada, equivalente al 46% del nivel de esfuerzo ejercido como promedio (2,006,937 trampas) en la década de 1990.

Es posible que el índice global de costo por trampa actual sea menor debido a que después de la temporada 2000-2001 algunas cooperativas efectuaron ajustes operativos para reducir costos. Por ejemplo, varias SCPP redujeron el número de embarcaciones, y otras los días de pesca al suspender internamente la captura antes del cierre oficial de la temporada, por razones de incosteabilidad. Sin embargo, el impacto de tales ajustes se podrá cuantificar cuando se tenga información más detallada sobre costos y precios de cada agrupación. A reserva de actualizar el análisis bioe-conómico, parece ser que la disminución de costos mediante los ajustes citados ha mejorado los niveles de rentabilidad en algunas SCPP.

En este caso un Punto de Referencia Objetivo seria el Máximo Rendimiento Económico (MRE), que es el nivel de esfuerzo que proporciona el mayor margen de ingresos sobre los costos, para efectos de optimización de la rentabilidad de la pesquería (Gordon 1954; Clark 1983).

Es importante destacar que de las tres opciones de manejo planteadas, la que arroja los mejores niveles de VPN es la estrategia de limitar el esfuerzo. Adicionalmente, una reducción de costos mediante ajustes operativos, llevaría al aumento del VPN por cualquiera de las tres opciones de manejo pero con mejores márgenes de renta mediante el control del esfuerzo.

Puntos de referencia derivados de los modelos analíticos

Tabla 8. **Puntos de referencia bio-económicos y valor presente neto con tres opciones de manejo, estimados con información de la temporada 1999-2000.**

Estrategia de Manejo	Costo unitario de esfuerzo (1 trampa = 9 \$USD)
Acceso abierto	
Límite de esfuerzo (trampas)	923,649
Cuotas de captura (t)	959
Puntos de referencia:	
Esfuerzo en MRE	923,649
Esfuerzo en MRS:	2,283,472
Esfuerzo en equilibrio bio-económico	1,847,298
Captura en MRE	619
Captura en MRS	959
Captura en equilibrio bio-económico	1,237
Biomasa en MRE	13,692
Biomasa en MRS	8,581
Biomasa en equilibrio bio-económico	10,220
Valor presente neto (millones de USD)	VPN
Estrategia de manejo	
Acceso abierto	25.491
Limite de esfuerzo (trampas)	38.467
Cuota de captura (t)	19.965

En la tabla 9 se presenta un resumen de puntos de referencia derivados del modelo ASP, que incluye la biomasa desovante reclutada (BDR) para ambos sexos, la biomasa de hembras en reproducción (B_{7+h}), la población de pre-reclutas (en número) y la biomasa extraíble.

Tabla 9. **Puntos de referencia derivados del modelo ASP (método ADAPT), en términos de biomasa, captura y reclutamiento.**

PR	1999-2000	Promedio 1989-2000
Pre-reclutas (edad 6 y 7) en número	3,902,175	3,830,838
Biomasa capturable (t)	4,915	4,563
Biomasa desovante (t) reclutada (BDR)	6,226	4,879
BDR B7+(hembras)	5,012.68	3,726.04
BDR B 6+(machos)	1,213.29	1,152.52

De acuerdo a los PR de la tabla 9, la producción promedio del periodo 1989-2000 representa el 25% respecto a la biomasa pescable estimada por el modelo ASP, lo que implica mantener una biomasa de reserva promedio del orden del 75%.

La tabla 10 permite comparar los PR relacionados con la mortalidad por pesca (F), estimados de los distintos modelos analíticos. Por lo que toca a la F del modelo de remoción, cabe mencionar que esta tiende a ser elevada debido a la naturaleza del modelo que supone que las capturas dependen básicamente del reclutamiento incorporado al inicio de la temporada de pesca, y que la población se agota al final de la temporada. Lo que implica que la F es más representativa de la ejercida sobre los individuos recién reclutados, mientras que en otros modelos la F media representa a la ejercida sobre toda la población. Lo práctico de la F resultante de ese modelo es la comparación de su tendencia en relación con las estimaciones de los demás modelos.

Tabla 10. **Puntos de referencia basados en la mortalidad por pesca estimados por diversos modelos analíticos.**

Sexo	Punto de referencia	Modelo ADAPT		Modelo de remoción	
		Promedio 1989-2000	Actual 1999-2000	Actual 1989-2000	Actual 1999-2000
Hembras	F_{med}	0.40	0.11		
Machos	F_{med}	0.51	0.45		
Ambos sexos	F_{med}	0.46	0.28	1.91	1.7

Tanto los modelos analíticos (remoción y ASP) coinciden en que la mortalidad por pesca es más alta entre 1989-1990 y 1992, observando una tendencia a disminuir después de 1993-1994. Desde entonces hasta la temporada 1999-2000 la F media osciló entre 0.4 a 0.3. No obstante el ANCO de Jones indica que la F máxima (0.8-1.0) se ejerce sobre los grupos jóvenes de 7 a 10 años, los que dominan en la estructura poblacional y generan la mayor biomasa.

Los niveles de reclutamiento y tamaño de la población estimados por el modelo ASP (ADAPT), muestran un incremento sostenido en la década de 1990. El nivel de reclutamiento promedio hacia la segunda mitad de esa década se incrementó casi 83% con respecto a los primeros años de la misma. La disminución moderada del esfuerzo y F en esta década, permiten inferir que las extraordinarias capturas de la temporada 2000 a 2003, parecen responder principalmente al mejoramiento del reclutamiento, en respuesta a los ajustes de manejo desde principios de 1990 y condiciones ambientales favorables, sin soslayar las mejoras al sistema de pesca

Puntos de referencia basados en el reclutamiento reproductor e índices de producción de huevos.

En caso de no tener información sobre rendimiento por recluta la ojiva de reclutamiento en relación con el tamaño de madurez sexual es una alternativa útil. El reclutamiento

reproductor se entiende como la incorporación de organismos a la fracción desovante de la población. La talla (edad) de primera madurez (TPM) es un parámetro representativo de la población que corresponde a la probabilidad de que 50% ($L_{50\%}$) de las hembras se encuentran reproductivamente activas, según la presencia de espermatóforo o masa ovígera (Aiken y Waddy 1986; Chubb 1994). La TPM se calculó analíticamente a través del modelo logístico (Pope 1972; Caddy y Mahon 1996), definido por la expresión linealizada:

$$S = (1/(1 + \text{Exp}(a - (-b) * CL))) \quad (19)$$

donde, S = probabilidad de que las hembras se encuentren maduras sexualmente.

La tabla 11 presenta las estimaciones de la TPM para el stock central de langosta roja (Vega 2003).

El criterio de manejo tradicional considera que si la edad (talla) de primera captura es menor a la edad (talla) de primera madurez sexual se correría el riesgo de una sobrepesca por reclutamiento. En este caso no hay tal riesgo puesto que la TML (82.5 mm LC) es superior a la talla promedio de reproducción ($L_{50\%}$).

Tabla 11. Talla de primera madurez (mm LC) de langosta roja e intervalo de confianza

Parámetros del modelo logístico		Talla de primera madurez e intervalo de confianza		
Constante (a)	28.0	Limite inferior	Promedio	Limite superior
Pendiente (b)	-0.3854	$L_{25\%}$	$L_{50\%}$	$L_{75\%}$
R Cuadrado	0.95	69.8	72.6	75.5
N	10.0			

Una alternativa para medir el potencial reproductivo de una población, más simple que los modelos de producción de huevos por recluta son los índices de producción de huevos (Chubb 1994), entre ellos el índice del potencial del stock desovante descrito por Morgan (1980) y el índice de potencial reproductivo (IPR) de Kanciruk y Herrkind (1976). Mediante esos índices se pueden determinar las clases a determinada longitud, de hembras reproductoras que contribuyen con la mayor producción de huevos en la población; así como evaluar como ha disminuido la producción de huevos por efecto de la pesca mediante la comparación de IPR de poblaciones explotadas y no explotadas, o entre distintos stocks de una misma especie.

En el caso de *P. interruptus* se ha utilizado el IPR para determinar las clases de largo de hembras reproductoras que contribuyen con la mayor producción de huevos en la población (Gómez *et al.* 1997). El IPR se calculó con la fecundidad reportada por Pineda y Díaz (1981) y la proporción de hembras en reproducción por clase de longitud de 1993 a 1995, en dos áreas con diferencias en la composición por tallas:

De Bahía Vizcaíno-Isla Natividad a Bahía San Hipólito ($n = 19,674$), predominando las clases más pequeñas en la población. Se encontró que aproximadamente el 96% de las hembras reproductoras estaban entre 63.5 y 84.5 mm LC en un rango de 43.5-124 mm LC, por lo que el 90% del IPR estuvo concentrado en la fracción de talla menor a la TML (>63 y <82.5 mm LC), de esta fracción, el grupo de pre-reclutas (77-82 mm LC) fue dominante.

De Punta Abreojos a San Juanico ($n= 3,491$), se encontró el 99% de hembras reproductoras entre 66.5 y 108.5 mm LC, pero la fracción menor a la TML concentraba solo el 63% del IPR, ello debido a que en su estructura la proporción de langostas grandes tiende a ser mayor.

Estado actual de la Pesquería

Los distintos indicadores biológico-pesqueros y los puntos de referencia permiten derivar lo siguiente:

En general la producción total de la península de Baja California presenta una tendencia de crecimiento sostenido de largo plazo con un patrón de fluctuaciones interanuales. Destaca el aumento extraordinario desde 1993-1994 al presente, registrando los máximos niveles de producción entre 1996-97 y 2003-2004 incluyendo el máximo histórico (2,199 t) en la temporada 2002-2003. La langosta roja representa el 94% de la producción total, y el 6% restante corresponde a especies de afinidad tropical (azul y verde). En ese lapso la PBC aporta del 88% al 92% de la captura total del Pacífico Mexicano y cerca del 70% del total nacional. Este incremento está asociado al aumento en la eficiencia de pesca más que en la productividad biológica.

El comportamiento de la producción presenta diferencias notables a escala de zonas, lo que implica problemática y perspectivas de manejo pesquero distintas, según se precisa:

- 1) El comportamiento de la captura total en la PBC lo determina la productividad de la zona central, entre Isla Cedros/Bahía Vizcaíno y Punta Abreojos. En la década 1993-2004 esta registra un promedio de 1,294 t por temporada, equivalente a 78.5% del total de la PBC, con máximos históricos por arriba de 1,630 t en las temporadas 2000-2001 y 2002-2003. En el periodo de más alta producción (1996 a 2004) la captura promedio se incrementó a 1,408 t
- 2) El esfuerzo pesquero en la zona central registra sus máximos niveles en la década de 1980, en la de 1990 disminuyó moderadamente, en promedio 16%, respecto al nivel máximo y muestra cierta estabilidad en la última década con un leve repunte entre 2000 y 2004. La disminución del esfuerzo empieza en 1989-1990 al disminuir la temporada de pesca, primero voluntariamente por las SCPP y formalmente desde 1992 mediante ajustes al periodo de veda.
- 3). En el contexto histórico de las regulaciones y a la luz de las primeras aproximaciones al análisis de la influencia de la variabilidad ambiental, se considera que el incremento de las capturas de la zona central desde 1993 al presente, está asociado a las prácticas de manejo (vedas escalonadas por zonas) que han reducido el tiempo de pesca y protegido a hembras en avanzado estado reproductivo, el adecuado cumplimiento de las regulaciones, la vigilancia preventiva eficaz por los productores, las mejoras a los diseños de trampas (dispositivos de escape), además de condiciones ambientales favorables al reclutamiento.
- 4). En contraste, las zonas del sur y norte de la PBC están por debajo del nivel de producción de la zona central. Los valores promedio en la década 1993-2004 fueron 240 t y 142 t,

equivalentes al 14% y 8.5% de la producción total de la PBC, respectivamente.

Si bien la menor producción de ambas zonas es reflejo de una menor abundancia relativa del recurso, también es cierto que los bajos niveles de capturas y su tendencia declinante responden a la pesca ilegal, asociada al menor nivel organizativo, e inclusive su deterioro en varias cooperativas, fallas de inspección y vigilancia, relajamiento del respeto a las regulaciones, rezago en la implantación de los dispositivos de escape, y falta o escasez de asistencia técnica, entre otros factores.

Las tallas de primera captura estimadas por las curvas de selección (84.3 mm LC, ambos sexos) y la talla media de captura del periodo 1989-2000 (89.9 mm, LC), demuestran que el respeto de la talla mínima legal (82.5 mm LC) ha sido notoriamente elevado en la zona central donde la incidencia de langostas menores a la TML es insignificante.

El adecuado respeto de la talla mínima legal, en complemento con las mejoras de la veda, protección de pre-reclutas mediante los dispositivos de escape y auto vigilancia efectiva, son factores inherentes al manejo que favorecen el reclutamiento y el aumento de la población explotable, a la vez que contribuyen a la estabilidad de la pesquería en la zona central.

La incidencia de tallas menores a la TML en las capturas de la zona norte y sur de la PBC es muy frecuente y llega a ser significativa en algunas SSCP; lo que aunado a la pesca ilegal contribuye a la baja productividad langostera de esas áreas.

Otros puntos de referencia basados en criterios biológicos demuestran que la talla mínima legal (82.5 mm) esta por encima de la talla de madurez al 50% ($L_{50\%}$), lo que permite a las hembras reproducirse 2 ó 3 veces antes de ingresar a la captura comercial. Adicionalmente, los máximos valores del Índice del Potencial Reproductivo se generan en las clases de pre-reclutas, por abajo de la TML. Tales indicadores demuestran talla mínima vigente, y su estricto cumplimiento ha sido un mecanismo de control efectivo en la protección del stock desovante.

5. La evaluación basada en los distintos puntos biológicos de referencia (PR), permite concluir que la pesquería de langosta roja de la zona central de la PBC presenta un estatus saludable, ligeramente por encima del nivel óptimo, cercana al nivel de su rendimiento máximo sostenible.
6. Desde el punto de vista biológico, la pesquería presenta condiciones sostenibles, sin embargo, el análisis bio-económico indica que la pesquería opera con costos muy elevados y bajos niveles de rentabilidad. Al ser las cooperativas empresas de sentido social, los pagos a los pescadores son elevados y buena parte de los ingresos se invierten en mantenimiento de la infraestructura y servicios a la comunidad (electricidad, agua, caminos) dadas las condiciones de marginación de la zona central.
- 7). El diagnostico de la evaluación actual es consistente con el realizado a finales de 1990 (Vega *et al.* 2000), independientemente de los distintos métodos, coinciden que la pesquería de langosta roja presenta condiciones de desarrollo sostenido, cercano al máximo nivel de explotación.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Referente a las implicaciones de los PR en los objetivos y estrategias de manejo cabe mencionar las siguientes:

Si se considera la naturaleza fluctuante del reclutamiento, se deben valorar las ventajas y desventajas de posibles cuotas de captura o establecer topes al esfuerzo. Varios autores han advertido que el uso de los PR basados en el modelo de producción (F_{rms} , RMS) requieren una actitud precautoria (Caddy y Mahon 1996) y recomiendan que en vez de aplicarlo como un punto de referencia objetivo sería más adecuado adoptarlos como límite, con un criterio más conservador.

Generalmente la opción de la cuota de captura se aplica como un mecanismo de control indirecto del esfuerzo y de la mortalidad por pesca, partiendo del supuesto que el esfuerzo no se pudiera controlar, que no es el caso de la pesquería de langosta roja de la zona central de la PBC.

La alternativa de establecer controles de entrada a través de restricciones de esfuerzo, mediante un nivel límite del mismo es factible dadas las características del acceso limitado al recurso y la sólida organización de las cooperativas de la zona central.

Debido a que la pesquería se encuentra en su máximo nivel de explotación, la estrategia de manejo actual establecida en la CNP es no aumentar el esfuerzo pesquero en la costa occidental de la PBC (DOF 15.03.2004; Vega *et al.* 2000). El reto consiste en revisar los niveles actuales de esfuerzo ejercidos por las organizaciones productivas para optimizar la rentabilidad de la pesquería bajo criterios bio-económicos.

Con relación a las tres opciones de manejo consideradas en la simulación, la que arroja los mejores niveles de VPN es la estrategia de limitar el esfuerzo. Aunque una reducción de costos mediante ajustes operativos llevaría al aumento del VPN por cualquiera de las tres opciones de manejo, los mejores resultados se obtendrían a través del control del esfuerzo.

Para alcanzar el punto de máximo rendimiento económico, según el modelo bio-económico, el esfuerzo debería disminuirse en más de 50% respecto del promedio (2'006,937 trampas) de la década de 1990. Esta reducción no se podría efectuar drásticamente por sus implicaciones sociales, otras opciones para bajar costos serían aminorar las embarcaciones o trampas así como la temporada de pesca (dejar de operar al final de temporada por incosteabilidad). En primera instancia el análisis bio-económico sugiere la conveniencia de cambiar el esfuerzo en las próximas temporadas, sin embargo una recomendación específica deberá considerar en el futuro los efectos sociales y económicos de la diferencia en la derrama bruta derivada del valor total del producto por temporada.

Generalmente un reto en manejo de pesquerías es equilibrar la demanda de la industria por mayor producción y más ingresos y mantener el nivel de reclutamiento adecuado. La alternativa para mejorar el rendimiento y la renta puede estar en ajustar las distintas

medidas de regulación (control del esfuerzo, veda y/o la TML), ajustes de operación o una combinación de éstas.

Los puntos de referencia basados en el reclutamiento reproductor e índices de potencial reproductor de la población, demuestran que la talla mínima legal vigente protege adecuadamente al stock desovante y su cumplimiento garantiza un nivel suficiente de reclutamiento.

Como medidas de amortiguamiento y compensación en caso de una posible reducción de talla mínima, e independientemente de tal ajuste, sería establecer una *talla máxima* de captura, cuyo valor se determinará previo consenso con los productores. Esta medida permitiría proteger a ejemplares de alto potencial reproductivo (posiblemente igual ó mayor a una talla entre 113 y 115 mm LC), que por tener dificultades para su comercialización tiene un precio bajo en el mercado.

Con relación a la veda temporal anual, como parte de los mecanismos tradicionales de regulación, cabe mencionar que mientras la TML ha permanecido estable por más de cuatro décadas, la veda ha tenido varios cambios desde 1992 al presente, al pasar de un esquema general rígido a uno dinámico por zonas.

Respecto al arte de pesca, la experiencia con los pescadores de todas las SCPP de la zona central que aceptaron adaptar las ventanas de escape en todas las trampas desde la temporada 1996-1997, se ha demostrado que tales dispositivos propician una pesca más selectiva y eficiente, haciendo el arte ecológicamente “más amigable”, a la vez que se brinda mayor protección a organismos pre-reclutas y se favorece el reclutamiento a la pesquería. Sobre esa base la perspectiva de corto plazo contempla la formalización de esa medida entre las regulaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-006-PESC-1993) que reglamenta la pesquería de langosta.

Campos de colaboración

A principios de 1970 el INP desarrolló un proyecto de investigación sobre el recurso langosta de la península de Baja California. Este tuvo sus bases de operación en los diversos Centros Regionales de investigación Pesquera (CRIP) La Paz y Ensenada, así como en la Estación Bahía Tortugas. Para el caso del litoral continental del Pacífico, en la década de 1990 el CRIP Mazatlán inició estudios biológicos y pesqueros de las langostas tropicales (Salazar *et al.* 1996) y durante 2002-2003 se iniciaron las investigaciones en los CRIP de Bahía Banderas, Manzanillo y Oaxaca; lo que sin duda contribuirá a mejorar el ordenamiento de la pesquería.

En una perspectiva de fortalecimiento institucional es conveniente la integración un programa regional a nivel del Pacífico, o al menos de la región noroeste. Esto facilitaría la coordinación, estandarización de metodologías e integración de información, lo que hasta ahora es limitado e insuficiente; puesto que cada grupo tiende a concentrarse sobre la problemática pesquera local en el ámbito de cada CRIP.

La vinculación y coordinación entre investigadores del INP, las organizaciones productivas y Dependencias normativas (CONAPESCA, SEMARNAT) es una prioridad permanente. Un mecanismo institucional para ello ha sido el Comité Regional Técnico Consultivo de la

Pesquería de Langosta del Pacífico instalado en 1988, a partir de entonces se impulsa a la investigación para evaluación y manejo. Los resultados de investigación se han discutido en varios talleres de manejo y reuniones técnicas, al menos una vez al año, organizadas por el INP (CRIP La Paz), a través de ellas se han consensado las recomendaciones de manejo implementadas en la década de 1990, mismas que persisten a la fecha.

En el plano de la cooperación interinstitucional se han desarrollado proyectos conjuntos con investigadores de instituciones académicas nacionales logrando diversificar las líneas de estudio. Cabe mencionar los estudios de genética poblacional de *P. interruptus* (convenio CIBNOR- CRIP- Federación de Cooperativas, 1999-2000), la caracterización del hábitat de estadios tempranos (apoyado por CONACYT-CIBNOR-CRIP 2002-2003), ecología pesquera y dinámica poblacional (apoyados por el FOSIMAC en colaboración con las SCPP y el CIBNOR 1996-2003). Adicionalmente, algunas de estas líneas han formado recursos humanos con productos de tesis de licenciatura y de postgrado, de estudiantes egresados de distintas Universidades (UABCS, UABC, UAS, UNAM) e institutos de investigación y académicos (CICIMAR y ENCB del IPN, CIBNOR, CICESE)

En el contexto internacional cabe destacar las acciones de colaboración técnica y científica entre el Centro de Investigación Pesquera (CIP) de Cuba y el INP en el marco del Convenio Binacional México-Cuba durante 1994-2002, en el cual se han realizado actividades conjuntas entre la División de Langosta del CIP y el CRIP La Paz, con la participación de personal técnico y pescadores de varias SCPP de la PBC, a través de la serie de Talleres Bilaterales de langosta, cursos e intercambios de experiencias por lo que es recomendable el mantener y fortalecer esa colaboración.

Es necesario que los investigadores y productores mexicanos se reúnan con sus homólogos de California (EUA) para solucionar las controversias regulatorias que pretenden evitar el ingreso de langosta mexicana a California, como sucedió en 1997 y el 2000. En mayo de 2000 tuvo lugar la primera reunión bilateral, en la Jolla, CA, para tratar ese asunto en particular, sin llegar a acuerdos concretos al respecto, ante la necesidad de solucionar dichas controversias consistentes en homologar vedas y eliminar las amenazas al comercio de la langosta Baja Californiana, habrá que establecer una colaboración institucional entre el INP y el Departamento de Caza y Pesca de California a través de un programa que aporte los elementos científicos pertinentes, entre otros aspectos sobre la delimitación de las unidades poblacionales, migraciones, dinámica poblacional y evaluación y manejo de los stocks de langosta roja en su ámbito geográfico.

Líneas de Investigación

La langosta, como todo recurso renovable, tiene su límite de producción en función de la capacidad de carga del medio y las respuestas de la población a las condiciones de explotación, por lo que es importante evaluar periódicamente el estado del recurso para actualizar los fundamentos científicos que sustentan los mecanismos de manejo. Es de suma importancia consolidar el sistema de investigación bajo un enfoque multidisciplinario ecosistémico, asumiendo que las pesquerías de recursos marinos son sistemas dinámicos que responden en el tiempo al efecto de estrategias de manejo y a factores externos (ambientales, sociales y económicos); de tal manera que tanto productores como autoridades

pesqueras dispongan de información adecuada y oportuna para la toma de decisiones de manejo y planificación de la producción.

De acuerdo a los antecedentes, hasta ahora el recurso langosta roja ha sido evaluado a nivel de subpoblaciones o stocks locales y a la fecha no hay una evaluación cuantitativa de la población total en su ámbito geográfico. En el caso de la península de BC solamente existen evaluaciones cuantitativas del stock de la zona central por lo que es necesario evaluar las existencias de las zonas norte y sur de la PBC.

El estatus de sostenibilidad del recurso en la zona central está respaldado en un programa sistemático de investigación para evaluación y manejo, combinado con una estrategia de co-responsabilidad con los productores (co-manejo) se recomienda hacer extensivo ese modelo hacia las cooperativas que operan en las zonas norteñas y sureñas de la península de Baja California. De lograrse lo anterior, se sentarían las bases para mejorar el ordenamiento de esas pesquerías e inducir la recuperación del recurso en el mediano plazo.

Entre las necesidades específicas de investigación cabe mencionar las siguientes:

Abundar sobre el ciclo de vida, distribución y dinámica poblacional de la langosta roja (*P. interruptus*) en áreas tradicionales, incluyendo el estudio de una pequeña población aislada de esta en la costa noroccidental del Golfo de California e igualmente extenderlo a las langostas tropicales (*P. gracilis* y *P. inflatus*) e iniciar los estudios sobre especies potenciales (langostas Scyllaridae).

Examinar si los cambios espacio-temporales de abundancia del recurso responden a variaciones del reclutamiento, a factores ambientales, al esfuerzo y eficiencia de los sistemas de pesca, o a efectos de manejo. Al respecto, se considera importante conocer en detalle los procesos poblacionales que han contribuido a la sostener ésta pesquería en la zona central durante más de una década, porque de ese conocimiento y experiencia pueden derivarse criterios para las pesquerías en zonas aledañas. Para este fin se proponen las siguientes hipótesis:

Aumento de la capturabilidad por incremento en eficiencia,

Incremento en la mortalidad por pesca efectiva mayor a la estimada en evaluaciones recientes (Vega 2001; Vega, 2003),

Incremento en el reclutamiento. En este caso se deben examinar las posibles relaciones causa-efecto entre las fluctuaciones de abundancia y la variabilidad ambiental de la corriente de California a distintas escalas espacio-temporales (i.e. El Niño, La Niña, cambios de régimen climáticos), y

Efectos favorables de condiciones ambientales.

El manejo de la pesquería de langosta en la zona sudoccidental de la península de BC es complejo debido a la mezcla de especies, la especie más estudiada es la langosta roja, debido a su mayor importancia en valor y volumen, y en buena medida esa información

ha sido la base de las regulaciones tradicionales (i.e. talla mínima legal) que se hicieron extensivas a otras especies. Es necesario actualizar la información que permita revisar y en su caso adecuar los mecanismos de regulación acordes a las características biológicas específicas de cada especie.

Finalmente, mediante la integración de los resultados de investigación se llegará al diseño de un Plan de Manejo de la pesquería, en el ámbito regional .

Mecanismos institucionales de coordinación y respaldo al manejo

En abril de 2003 se instaló el Subcomité de la Pesquería de Langosta en Baja California Sur, como grupo de trabajo del Programa de Ordenamiento Pesquero del Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura. Debido a que órganos de este tipo están limitados al ámbito Estatal, es importante destacar la necesidad de una estructura regional para la integración coherente del manejo de la pesquería de la PBC, en función del ámbito geográfico de la población y sus distintos stocks.

Considerando que para el buen manejo de la pesquería de la PBC se requiere el seguimiento e integración coherente de información de la pesquería atendiendo la cobertura de la población y sus distintos stocks en su ámbito geográfico; y partiendo de la experiencia exitosamente de foros anuales del Programa Langosta del Pacífico, se recomienda la reinstalación del Comité Técnico Consultivo Regional de la Pesquería de Langosta del Pacífico, como una instancia de coordinación regional, que permita superar las limitaciones geopolíticas y administrativas de los Comités Estatales de pesca y Subcomités respectivos.

Sin duda, en la medida en que el Comité Técnico Consultivo Regional lo reconozcan los usuarios, autoridades gubernamentales, instituciones y demás actores interesados en la conservación y buen manejo del recurso, se tendría una instancia efectiva de consulta entre los usuarios y autoridades pesqueras, para transparentar la toma de decisiones para el manejo del recurso. A través de este se podrían definir objetivos y estrategias de manejo de largo plazo (incluyendo las regulaciones establecidas) a través de un Plan de Manejo de la pesquería.

La institucionalización y buen funcionamiento de estos mecanismos es importante para garantizar el éxito de los programas de evaluación y manejo de la pesquería e inducir el aprovechamiento sostenible del recurso. Por ello se considera conveniente que tales mecanismos sean plasmados con carácter permanente en la Ley de Pesca y su Reglamento.

REFERENCIAS

- Allen, B.M. (1916). Notes on the spiny lobster (*Panulirus interruptus*) of the California coast. Univ. Calif. Publ. Zool. 16(12): 139-152.
- Ayala M.Y. (1976). Aspectos biológicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1840) del área comprendida entre Malarrimo y La Lobera (5 Km al sur de Punta Eugenia B.C.S.). S.I.C./ Subsecretaría de Pesca, I.N.P. Memoria del primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros masivos de México. Volúmen Especial Abulón-Langosta pp. 37-72.

- Ayala, M. Y. (1983). Madurez sexual y aspectos reproductivos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1840) en la costa oeste central de la Península de Baja California, México Ciencia Pesquera 4: 33-48.
- Ayala M.Y., J.G. Gonzalez A., G. Espinoza C. (1988). Biología y pesca de la langosta en el Pacífico Mexicano. En: Los recursos pesqueros masivos de México. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca, XXV Aniv.. 251-286 pp
- Barsky C. K and Swartzell P.G. (1992). California spiny lobster. *In* California's living marine resources and their utilization (ed. Leet, W.S., Dewees C.M. & Haugen, C. W.). California Sea Grant UCSGEP-92-12: p 22-24
- Bayley, C. and S. Jentoft (1990). Hard Choices in fisheries development. Marine Policy, July 1990: 333-344.
- Bertalanffy, L. Von. (1938). A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws). II. Human Biol., 10(2):182-213.
- Breen, P. A. (1994). Population dynamics and stock assessment of lobsters: a review. *Crustaceana*, 67(2):239-255.
- Caddy, J. F. (1989). Overview of crustaceans fisheries: assessment and population dynamics. In Marine Invertebrate Fisheries: their Assessment and Management, (Ed. by J. F. Caddy). Wiley and Sons, New York. pp. 3-12.
- Caddy, J. F. y R. Mahon (1996). Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 347. Roma, FAO. 109p.
- Caputi, N., C. C. Chubb and R. S. Brown (1995): Relationships between spawning stock, environment, recruitment and fishing effort for the Western rock lobster, *Panulirus cygnus*, fishery in Western Australia. *Crustaceana*, 68(2):213-226.
- Chapa S.H. (1964). Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su Pesquería. SIC/Dir. Gral. Pesca Ind. Conexas. /INIBP (6): 5-68 p.
- Chubb, C.F. (1994). Reproductive Biology: Issues for Management. In Spiny Lobster Management, B.F. Phillips, J.S. Cobb and J. Kittaka, ed., Australia, Fishing New Books. pp. 181-212.
- Clark, C.W. (1985). Bioeconomic modeling and fisheries management. John Wiley and Sons, New York, 291 p.
- DeLury, D. B. (1947) On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3: 145-167.
- Duffy, J. (1973). The status of the California spiny lobster resource. Marine Res. Tech.Rep. N^o 10. 15 p.
- Espinoza C.G., G. Gluyas M. y J. G. González A. (1989). La pesquería de langosta en el litoral de la Península de Baja California, temporada 1988-1989. Sría de Pesca. Inst. Nal. de Pesca. CRIP-La Paz. Documento interno. 22 pp.
- Espinoza C. G. (1999). Composición de tallas y esfuerzo pesquero en la captura de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840), en Bahía Asunción, B.C.S. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Baja California, México. 44 pp.
- Espinoza Castro G., Vega-Velázquez A. y Gómez Rojo C. 2001. "Resultados del estudio de prospección y evaluación poblacional de langosta roja *Panulirus interruptus* en la Laguna Ojo de Liebre, BCS, en el marco del permiso de pesca de fomento número 11199-213-03-3248 otorgado a la SSCP "Luis Gómez Z", durante el periodo Diciembre 1999 a Diciembre 2000". Informe de investigación CRIP-La Paz/I.N.P.

- FAO/Western Central Atlantic Commission. (2001). Report on the FAO/DANIDA, CFRAMP/WECAFC Regional workshop on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). Belize City, Belize, 21 April-2 May 1997 and Merida, Yucatan, Mexico, 1-12 June 1998. FAO Fisheries Report No. 619. Rome, 381 p.
- Fox, W. W. Jr. (1970): An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Am. Fish. Soc., 99:80-88.
- Galluci, V. F., Saila S.B., Gustafson, D.J. and Rothschild, B. (1996). Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries. CRC Press, Inc. 527 p.
- Gonzalez A.J.G., A.L., Lelevier Grijalva y J. Medina Solís (1990). Migración y crecimiento de langosta roja en Isla de Cedros Baja California. En Resúmenes de VIII Congr. Nac. Oceanogr., 21-23 Nov. 1990. UAS/ESC-Mazatlán Sin. Pag. 67.
- Gómez Rojo C., Vega-Velázquez A. y Espinoza Castro G. (1997). Estimación del potencial reproductor de la langosta roja (*Panulirus interruptus*) en dos áreas de costa la región noroccidental de Baja California Sur, Mexico. En Resúmenes del Taller Internacional "Evaluación y manejo de recursos pesqueros, La Habana Cuba, Noviembre 1997. P.15.
- Gómez Rojo C., Vega-Velázquez A. y Espinoza Castro G. (2000). Crecimiento de langosta roja *Panulirus interruptus* en la región noroccidental de Baja California Sur, mediante métodos de marcado-recaptura. Informe Técnico de Investigación, CRIP-LA PAZ/I.N.P. En: Informe técnico final del proyecto SIMAC97-0106020.
- Gordon, H. S. (1954). The economic theory of a common-property resource: the fishery. J. Political Econ., 62: 124-142.
- Gulland, J.A. and y L.K. Boerema (1973). Scientific advice on catch levels. Fish.Bull. 71(2):325-335
- Gulland, J. A. and A. A. Rosenberg (1992): Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO Doc. Técn. Pesca, 323:114 pp.
- Guzmán del Próo, S. A. & Pineda-Barrera, J. (1992). Análisis poblacional de la pesquería de langosta roja (*Panulirus Interruptus*) de 1971-1975 en la Bocana - Abreojos, B.C.S., México. In: Guzmán del Próo S. A. (ed). Memorias del Taller México - Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California. SEPESCA / IPN, 25 - 29 de noviembre de 1991, La Paz, B.C.S., México.
- Guzman-del-Proo SA, Carrillo-Laguna J, Belmar-Perez J, De-la-Campa-JS, Villa BA (1996) The puerulus settlement of red spiny lobster (*Panulirus interruptus*) in Bahía Tortugas, Baja California, Mexico. CRUSTACEANA 69 (8): 949-957.
- Hannesson, R. (1993): Bioeconomic Analysis of Fisheries. FAO, Fishing News Books, Hartnolls Ltd., Cornwall, Great Britain. 138 pp.
- Hilborn, R. & M. Mangel. (1997). The ecological detective: confronting models with data. Princeton University Press. Princeton.
- Hilborn, R. and C. J. Walters (1992): Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, Inc., London, New York. 570 pp.
- Hubbs, C. and G. I. Roden, (1964). Oceanography and marine life along the pacific coast of Middle America. In Natural environment and early Cultures: 143-186
- Johnson, M. W. (1960). The offshore drift of larvae of the California spiny lobster *Panulirus interruptus*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 7: 147-161.

- Johnson, M. W. (1971). The Palinurid and Scyllarid lobster larvae of the tropical Eastern Pacific and their distribution as related to the prevailing hydrography. Bull. Scripps. Inst. Ocean. Vol. 19: 1-36.
- Jones, R. (1984). Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fisheries Technical Papers (256):118 pp.
- Kanciruk P., y W.F. Herrnkind (1976). Autumnal reproduction in the spiny lobster *P. argus* at Bimini Bahamas Bull of Mar. Sci. 26(4):417-432.
- Leslie, P.H., and D.H.S. Davis (1939). An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. J. Anim. Ecol. 8: 94-113.
- Linberg, R.G. (1955). Growth, population dynamics and field behavior in the lobsters, *Panulirus interruptus* (Randall). Univ. of Calif. Zool. XXII (6): 157-248.
- Mace, P. M. (1994). Relations between common biological reference points used as thresholds and target of fisheries management strategies. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:110-122.
- Manly, B. F. (1991): Randomization and Monte Carlo methods in biology. Chapman and Hall. 282 pp.
- Mitchell, C.T., C.H. Turner, and A. Strachan. 1969. Observation on the biology and behavior of the California spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall). Calif. Fish and Game, 55(2):121-131.
- Morgan, G. R. (1980): Population dynamics of spiny lobsters. In: The Biology and Management of Lobsters, Vol. II (Ed. by J. S. Cobb and B. F. Phillips). Academic Press, New York, USA. pp. 189-218.
- Perez-Enriquez R., Vega-Velázquez A., Avila S. and Sandoval J.L. (2001) Population genetics of red spiny lobster (*Panulirus interruptus*) along the Baja California Peninsula, Mexico. Mar. Freshwater Res. 2000, 51: 1323-1650.
- Phillips B.F, Pearce AF, and Guzmán del Prío SA (1994) Spiny lobster catches and the ocean environment. In: Phillips BF, Cobb JS, Kittaka J (eds). Spiny lobster management. Chap 16: 250-261. Blackwell Scientific Publications, Australia.
- Pineda Barrera, J. y J.A. Díaz de León C. (1981). Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840) en Baja California. Ciencias Pesquera, Inst. Nal. de la Pesca/México, (1): 99-118.
- Polovina, J. J. (1989). Density dependence in spiny lobster, *Panulirus marginatus*, in the Northwestern Hawaiian Islands. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 660-665.
- Pope, J. G. (1972): An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin, 9:65-74.
- Pringle, J. D. (1986). California spiny lobster (*Panulirus interruptus*) larval retention and recruitment: a review and synthesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 43: pp 2142-2152.
- Puga, M. R. (1996). Análisis bioeconómico de la pesquería de la langosta *Panulirus argus* en el golfo de Batabanó, Cuba. Tesis de Master en Biología Marina. Universidad de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. 35 pp.
- Puga, R., S. Hernández-Vázquez, J. López-Martínez y M.E. de León. (en prensa). Bioeconomic modelling and risk assessment of the Cuban fishery for spiny lobster *Panulirus argus*. Fish. Res., available online 17 June 2005. doi:10.1016/j.fishres. 2005.03.014.
- Restrepo, V. (1996): FADAPT version 3.0, a Guide. University of Miami, RSMAS, Florida. 21pp.
- Restrepo, V. (1998): Dynamic depletion models. Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshop on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster. Belize City, 21 April-2 May, 1997.

- Rosenberg, A.A., G.P. Kirkwood, J.A. Crombie, and J.R. Beddington (1990). The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.* 8: 335-350.
- Schaefer, M. B. (1954): Some aspects of the dynamics of populations important to of management commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tunna Comm.* 1:27-56.
- Seijo, J. C., Defeo, O. y S. Salas (1997): Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368. Roma, FAO. 1997. 176p.
- Serfling S.A. & Ford R. F. (1975).- Ecological studies of the puerulus larval stage of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*. *Fishery Bulletin*, Vol. 73 No. 2, 360-377 pp.
- Sparre, P., y S. C. Venema (1995). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Tecn. Pesca, (306.1):440 pp.
- Thompson, W. F. and F. H. Bell (1934): Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effects of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.* (8):49 p.
- Turrubiates, M.J.R., Ayala Murillo, R., Piñuelas Patrón, J. A., y Del Valle Manriquez, A. (1992). Incidencia de organismos que inciden en las trampas de captura comercial de langosta, entre Puerto Nuevo y Punta Eugenia, B.C.S. En *Mem. IX Simp. Internacional de Biol. Marina* (Ed. Siqueiros Beltrones, D.), 1-5 Junio de 1992, La Paz, BCS, Mexico. 163-166 p:
- Turrubiates, M.J.R. (1999). Comportamiento migratorio de langosta roja *Panulirus interruptus* Randall, 1840, en la región de Bahía Tortugas, B.C.S., México. En *resúmenes del Taller Regional Langosta'99*, 24 –28 de Noviembre de 1999, a Habana, Cuba
- Vargas, M. G. (1999). Fecundidad de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en tres zonas de la plataforma centro-occidental de Baja California Sur. Tesis de Lic. en Biología Marina, Universidad Autónoma de BCS.
- Vega, V.A., A. González, A. J.G. Espinoza, Q.M. Ortiz, C.G. León, M.J.R. Turrubiates, R.M.A. Reinecke, J. Singh, C., M. Muciño D., G.E. Michel y A.E. Castro (1991). Patrón reproductivo de la Langosta roja (*Panulirus interruptus*) (Randall, 1840) en la costa oeste de la Península de Baja California y sus variaciones espacio temporales en relación con la regulación (veda) de su explotación. CRIP La Paz, Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. México. 45 pp.
- Vega, V. A. y D. B. Lluch-Cota. (1992). Análisis de las fluctuaciones en la producción de langostas (*Panulirus* spp.), del litoral oeste de la Península de Baja California, en relación con el desarrollo histórico de la pesquería y la variabilidad del marco ambiental. *Memorias del Taller internacional México- Australia sobre reclutamiento de recursos marinos bentónicos de la Península de Baja California*. IPN-ENCB/ CICIMAR-INP, La Paz, B.C.S., 25-29 noviembre de 1991.
- Vega, V.A., G. C. Espinoza y A. C. Castro. (1992). Análisis del proceso reproductivo de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840) en la Costa Oeste de la Península de Baja California, en base a indicadores externos de madurez sexual, como fundamento técnico para modificar al esquema de veda y el inicio de la temporada de captura 1992-1993. CRIP La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. México. 32 pp.
- Vega, V. A. (1993). Selectividad y eficiencia de la pesca de langosta (*Panulirus* spp) con trampas y resultados preliminares de pesca experimental con pesqueros levables en el oeste de Baja California Sur In : González Cano J.M. & R. Cruz Izquierdo (eds). *Memorias del 1er Taller Binacional México-Cuba. La Utilización de Refugios Artificiales en las Pesquerías de Langosta: sus Implicaciones en la Dinámica y Manejo del Recurso*. Isla Mujeres, Q. Roo, México, mayo, 17-21, 1992.
- Vega Velázquez, A., G.C. Espinoza, E. Michel, C. Gómez e I. Salazar. (1996a). Análisis del proceso reproductor de langostas espinosas (*Panulirus* spp) y sus implicaciones en el manejo de la

pesquería: esquema de veda para la temporada de pesca 1996-1997 en el Pacífico Mexicano. Informe Técnico de Investigación, CRIP-LA PAZ/I.N.P.. 33 p.

Vega V. A., G. Espinosa C. y C. Gómez Rojo. (1996b). Pesquería de la langosta (*Panulirus spp*). En: Casas Valdéz y Ponce Díaz (eds.) Estudio del potencial pesquero y acuícola del estado de Baja California Sur. P 227-262

Vega V. A., Lluch-Belda, D., Muciño D. M., León C., G., Hernández V. S., Lluch-Cota, D., Ramade V. M. and Espinoza C. G. (1997). Development, perspectives and management of lobster and abalone fisheries, off northwest Mexico, under a limited access system: In Hancock, D.A., Smith, D.C. and Beumer, J.P.(ed.). *The State of the Science and Management*. P 136-142. 2nd World Fisheries Congress proceedings (Brisbane, Qld, Australia, July 28-august 2, 1996).

Vega Velázquez, A. (1999). Patrón de distribución y abundancia espacio-temporal de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la corriente de California. En resúmenes del Taller Regional Langosta'99, 24 –28 de Noviembre de 1999, La Habana, Cuba. P.41.

Vega Velázquez, A. G. Espinosa Castro, C. Gómez Rojo, E. Serviere Zaragoza, F. López Salas, A. Del Valle R. Ayala Murillo, M. Valenzuela Zuñiga y Esperanza Michel Guerrero. 2000a. Efectos de cambios climáticos asociados a *El Niño* 1997-1998 sobre la langosta (*Panulirus spp*) en la costa occidental de la península de Baja California. In: Informe Técnico final del Proyecto SIMAC97-0106020, CRIP-La Paz/I.N.P., 29 pp.

Vega V. A., Espinoza Castro G., Gómez Rojo C. y Sierra Rodríguez P. (2000b). Pesquería de langosta de Baja California. En "Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y manejo 1997-1998" (Eds. Arenas Fuentes P. y Díaz de León A.). Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. México. P. 265-297

Vega Velázquez A., Espinoza Castro G., Del Valle Manríquez A. y Ayala Murillo R. 2003. Indicadores del estado actual y tendencias de la pesquería de langosta (*Panulirus spp*) de Baja California Sur durante 1990-2002 en el contexto del Pacífico Mexicano: problemática de manejo y alternativas de solución. Informe de investigación CRIP-La Paz/INP. 76 P.

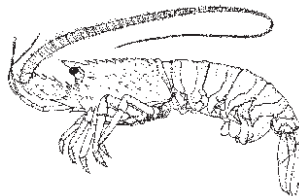
Vega Velázquez A. 2003. Dinámica poblacional, evaluación y manejo de la langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la costa central de la península de Baja California. Informe técnico final del proyecto de investigación SIMAC-20000-7009. 86 P.

Vega Velázquez A. (2003). Reproductive strategies of the spiny lobster *Panulirus interruptus* related to the marine environmental variability off central Baja California, Mexico: management implications. In: Life Histories, Assessment and Management of Crustacean Fisheries (Tully O., Freire J. and Addison J, Eds.). Fisheries Research Vol 65: 123-135

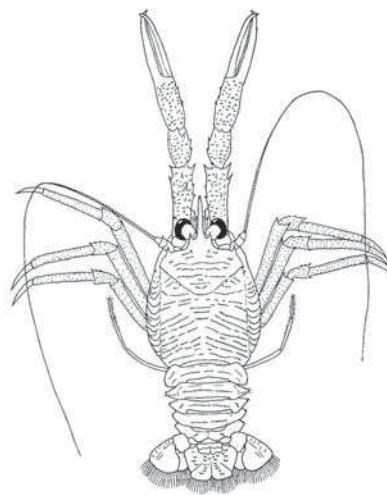
Vega Velázquez A., Espinoza Castro G., 2004. Evaluación de la eficiencia de la veda temporal del recurso langosta (*Panulirus spp.*) en la costa sudoccidental de BCS y propuesta de ajuste a la veda en las zonas III y IV. Informe de investigación CRIP-La Paz/INP. 28 P.

Wilson, R. C. 1948. A review of the southern California spiny lobster fishery. Cal. Fish and Game 34 (2).

Yoshimoto S.S.y R.P. Clarke (1993). Comparing dynamic versions of the Schaefer and Fox production models an their application to lobster fisheries. Canadian Jour. Fish. Aquat. Sci. completar cita con numero y paginas.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Langostilla
 La pesquería de Langostilla
 La pesquería de Langostilla

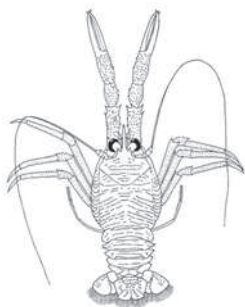
Langostilla del
 Océano Pacífico

Langostilla
 Langostilla
 Langostilla
 Langostilla
 Langostilla

Langostilla

BREVIARIO

Langostilla del Océano Pacífico	
Especie:	Langostilla (<i>Pleuroncodes planipes</i>) • Especie con un ciclo de vida complejo, en tres fases. • La explotación de la langostilla representa una importante fuente de empleos en distintas partes del mundo. • La época reproductiva ocurre entre diciembre y mayo (invierno-primavera) con mayor intensidad entre enero y febrero • La edad máxima (t_{max}) encontrada en la población de la langostilla es de 4 años.
Tendencia de la captura:	Es una pesquería potencial, no sujeta a la explotación por lo que no se dispone de una serie histórica.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Análisis cuantitativo.
Estado de la Pesquería:	En potencial para desarrollar.
Medidas de manejo:	Manejo adaptativo y precautorio. Plan de manejo específico.
Objetivo de las medidas:	Evaluar continuamente las variaciones del recurso, en función tanto del medio ambiente como del nivel de explotación al que es sometido.



(Hendrickx M. 1995)

Langostilla del Océano Pacífico

Juan Gabriel Díaz Uribe

Instituto Nacional de la Pesca
 Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz
 Instituto Nacional de la Pesca.
 Km 1 carretera a Pichilingue. C.P. 23020
 La Paz, B.C.S. , México

LA PESQUERÍA

Importancia

La langostilla es un recurso marino conocido en otras partes del mundo como langostino, camaroncillo, *red crab* o *squat lobster*. Forma grandes concentraciones en los márgenes continentales donde se presentan surgencias asociadas a sistemas de corrientes de gran escala, como la corriente de California, la de Humboldt o la de Benguela (Longhurst 1967; Robinson y Gómez-Gutiérrez 1998). Es un crustáceo de gran importancia ecológica, clave en la transferencia de materia y energía en los ecosistemas que habita ya que se alimenta activamente de plancton y detritus y a su vez es presa de una gran variedad de especies de invertebrados y vertebrados marinos como atunes, jureles, tortugas marinas y ballenas (Longhurst *et al.* 1967; Márquez, 1996; Romero *et al.* 2004) entre otros. Desde el punto de vista socio-económico, la explotación de la langostilla representa una importante fuente de empleos en distintas partes del mundo (Aurioles-Gamboa *et al.* 1995; Roa y Tapia 2000) y del recurso se obtienen distintos productos de importancia comercial como quitina, pigmentos, enzimas o harinas, todos ellos útiles en la industria alimenticia, farmacéutica o plástica e incluso se llega a consumir directamente como alimento humano (García-Carreño, 1992; Calvo-Carrillo *et al.* 1995; Civera-Cerecedo *et al.* 1998).

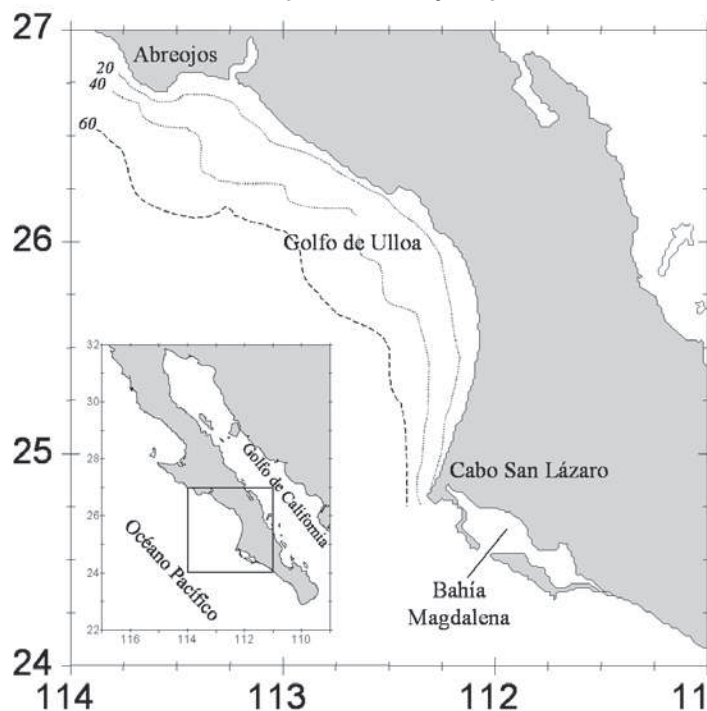


Figura 1. Área de mayor abundancia de langostilla *Pleuroncodes planipes* en el Pacífico mexicano. Se muestran las isóbatas de 20, 40 y 60 brazas dentro del Golfo de Ulla, B.C.S.

Aunque hace más de una década se realizaron cruceros de investigación que demostraron la gran abundancia de langostilla, frente a las costas de la península de Baja California (Guzmán-Vizcarra 1995; Aurióles-Gamboa, 1995a), en México todavía no existe una pesquería establecida para la explotación comercial de este recurso. Dado que en el Golfo de Ulloa (Fig. 1) se encuentra una de las zonas de mayor densidad de langostilla en el Pacífico mexicano y que cerca de esta área se ubica Puerto San Carlos, uno de los principales puertos pesqueros de Baja California Sur, se considera que existen las condiciones necesarias para iniciar el desarrollo de esta pesquería en la costa sur-occidental de la Península de Baja California.

Biología

La familia Galatheide, a la cual pertenece la langostilla, está conformada por más de 200 especies (Zeldis 1985), sin embargo solo unas cuantas de ellas se presentan en grandes concentraciones, como *Pleuroncodes monodon* y *Cervimunida johni* en el Pacífico Suroccidental (Roa y Tapia 2000), *Munida gregaria* en el Pacífico Sur y *Munida rugosa* en el Atlántico Norte (Romero *et al.* 2004). En el Pacífico Centro-Occidental y particularmente en las costas mexicanas, la única especie de langostilla reportada hasta el momento, capaz de formar grandes densidades es *Pleuroncodes planipes* (Longhurst 1967; Aurióles-Gamboa 1995a; Hendrickx 1995; Robinson y Gómez-Gutiérrez 1998). Esta especie se distribuye desde el Norte de la península de Baja California hasta Guatemala (Hendrickx 1995), aunque puede extender su distribución al norte, hasta Monterey, California, durante eventos de calentamiento extraordinarios (Glynn 1961; Longhurst 1967). En México existen tres zonas de gran concentración de langostilla. La principal se encuentra en la corriente de California, entre los 24° y 26° de LN, las otras dos se ubican en la región central del Golfo de California y en el Golfo de Tehuantepec (Schultz 1976).

La langostilla (*Pleuroncodes planipes*) presenta un ciclo de vida complejo, en tres fases. Una fase pelágica conformada por larvas, postlarvas y juveniles menores de 2.2 cm de longitud cefalotorácica (LC), que se distribuyen en la columna de agua. Otra bento-pelágica conformada por adultos jóvenes de 2.2 a 3.2 cm de LC que se distribuyen en la plataforma continental (de 0 a 250 m de profundidad) y son capaces de realizar migraciones verticales durante la noche, compartiendo de esta manera el hábitat pelágico con las larvas y los juveniles. Y la última fase estrictamente bentónica, conformada por adultos >3.2 cm de LC, se distribuyen en zonas más profundas de entre 150 y 500 m (Aurióles-Gamboa 1995a; Aurióles-Gamboa *et al.* 1995; Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz 1995; Robinson y Gómez-Gutiérrez 1998). Este patrón de distribución hace que en el plano horizontal, la mayor parte de la población se ubique dentro de una franja de 160 km paralela a la costa occidental de la península de Baja California.

La época reproductiva ocurre entre diciembre y mayo (invierno-primavera) con mayor intensidad entre enero y febrero. Es posible encontrar organismos reproductivamente activos en verano-otoño, sin embargo no parece ser una aportación significativa para la población (Aurióles-Gamboa 1995a; Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz 1995; 1997).

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

Dado que la langostilla presenta un ciclo de vida complejo, es recomendable que la pesca se dirija a cualquiera de las últimas dos fases de desarrollo utilizando redes de arrastre de media agua con luz de malla de 3 cm para la fase bento-pelágica o redes de arrastre de fondo de 5 cm de luz de malla para la fase bentónica (Aurioles-Gamboa et al. 1995). Para esta última fase se recomienda que las capturas se realicen después de la isóbata de los 150 m, para evitar interferencias con otras pesquerías en la plataforma continental. Las embarcaciones idóneas para la pesca de esta especie son los barcos arrastreros por popa con motores de 600 C.F. aunque también se podrían utilizar barcos camaroneros adaptados para pescar con redes de media agua y/o con redes de fondo (Aurioles Gamboa et al. 1995; DOF (15.03.2004).

Tendencias históricas

Es una pesquería potencial, no sujeta a explotación, por lo que no se dispone de una serie histórica.

Interacción con otras pesquerías

La sugerencia de que la langostilla se capture después de la isóbata de 150 m se fundamenta en que a partir de esta profundidad coinciden tanto las fases bento-pelágica como la bentónica y por lo tanto es la zona de mayor concentración del recurso. Sin embargo, esta medida también ayudaría a evitar la interferencia con otras pesquerías como la del camarón o la de la langosta, que son recursos que se distribuyen en aguas más someras. Es probable incluso que la pesca de la langostilla podría beneficiar a la pesquería del camarón, ya que se sabe que en ocasiones los arrastres camaroneros extraen más langostilla que camarón y tienen que desechar la captura. En este sentido, la captura de langostilla podría reducir la frecuencia de lances no deseados por las flotas camaroneras.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Considerando que la captura comercial de la langostilla todavía no se inicia en México, se requiere de una importante inversión inicial, principalmente para comprar o adaptar embarcaciones y equipos para la pesca de profundidad y para contar con la suficiente

Indicadores económicos

Tampoco se tienen indicadores económicos de la pesquería de langostilla, sin embargo, se trata de una pesquería que representa un potencial económico importante por los diversos

productos industriales (Calvo-Carrillo *et al.* 1995; Civera-Cerecedo *et al.* 1998) y por los empleos que se tendrían que generar para estructurar la cadena productiva, desde la captura de la langostilla hasta el procesamiento y comercialización de sus productos.

MANEJO

Medidas administrativas

Se recomienda regular el esfuerzo a través de permisos de pesca, procurando que el esfuerzo se incremente gradualmente hasta alcanzar el punto de referencia recomendado en el apartado siguiente. También, se recomienda establecer medidas de control que aseguren que la luz de malla utilizada sea adecuada para la fase de la langostilla que se pretenda explotar. Otro punto importante que se debe considerar para la explotación de la fase bentónica es la delimitación clara de las áreas de pesca, después de la isóbata de 150 m, con el fin de evitar la interferencia con otras pesquerías que se realicen en la plataforma continental. Establecer una veda entre octubre de un año y marzo del año siguiente, que corresponde al período reproductivo de la langostilla. Al inicio de la temporada registrar de manera confiable la captura y el esfuerzo (tomando como unidad el número de lances) con la finalidad de proyectar la captura potencial al inicio de la temporada y asegurar que no se rebasará el nivel de captura recomendado en el apartado siguiente.

Análisis cuantitativo

Con base en información recabada en cruceros realizados entre julio de 1987 y septiembre de 1991 (Guzmán-Vizcarra 1995), se estima que la biomasa virgen (B_0) de langostilla en la costa occidental de Baja California Sur podría oscilar entre 136,000 y 386,000 t aproximadamente. Considerando que la edad máxima (t_{max}) encontrada en la población de la langostilla es de 4 años (Auriolles-Gamboa *et al.* 1995) y tomando como base el estimador de Hoening donde $\ln(M) = 1.44 - 0.984 \ln(t_{max})$, se estima que la mortalidad natural de la langostilla es $M = 1.08 \text{ año}^{-1}$. Con esta información y considerando que el rendimiento máximo sostenible (RMS) se puede estimar como $RMS = 0.33 M B_0$. Particularmente para la langostilla el RMS podría oscilar entre 48,500 y 137,400 t año^{-1} . Dado que el RMS ya no debe considerarse un objetivo de explotación sino más bien un límite de explotación (Caddy y Mahon 1996), es necesario definir un punto de referencia objetivo más conservador. En este sentido, apegándose al principio de pesca precautoria, se puede considerar que un nivel de captura biológicamente aceptable (CBA) para iniciar la pesquería se puede estimar mediante $CBA = 0.1 M B_0 = 28,200 \text{ t año}^{-1}$ (Carta Nacional Pesquera, DOF 15.03.2004).

Estado Actual de la Pesquería de langostilla

Dado que la langostilla no ha sido aprovechada comercialmente hasta la fecha, se considera que la población se encuentra en estado virgen y en consecuencia existe potencial para desarrollar una pesquería comercial.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Como cualquier otra actividad productiva en el que se hace uso de los recursos naturales, debe considerarse que el objetivo de la pesquería de langostilla debe definirse dentro de un contexto de sustentabilidad. Es decir, se debe buscar el mejor aprovechamiento del recurso sin poner en riesgo su permanencia en el ecosistema que habita y la posibilidad de que generaciones futuras continúen obteniendo beneficios de su aprovechamiento.

Por otra parte se debe reconocer que el recurso, al formar parte de un ecosistema complejo, las propiedades que definen su dinámica poblacional y sus interacciones con el medio ambiente, son dinámicas y variables con el tiempo. En este contexto es recomendable adoptar un esquema de manejo adaptativo y precautorio. Adaptativo, para evaluar continuamente las variaciones del recurso en función tanto del medio ambiente como del nivel de explotación al que es sometido y con base en esta información adoptar criterios de manejo sustentable; y precautorio para tener un margen de seguridad ante cambios no detectados o previstos a través del esquema adaptativo. Finalmente, como parte de la estrategia de manejo, sería recomendable definir un esquema de organización en el que la toma de decisiones y las responsabilidades se compartan entre el sector productivo y de regulación.

Campos de colaboración

Una de las primeras metas que se deben cubrir durante el desarrollo de la pesquería es el establecimiento de un plan de manejo específico. Esto implica un campo de acción en el que pueden participar distintos sectores, tanto la sociedad civil organizada, como los mismos productores, el sector académico y los distintos órganos de gobierno.

Líneas de investigación

Es necesario profundizar en la investigación del ciclo de vida de la langostilla *P. planipes*, principalmente en su dinámica poblacional. Otras áreas de investigación se deben enfocar a la relación costo beneficio de su pesquería y al procesamiento de las capturas considerando los distintos productos que se pueden obtener para darle un valor agregado. Se recomienda asignar observadores a bordo de cada embarcación con el fin de recabar la información necesaria para este propósito

REFERENCIAS

- Aurioles-Gamboa, D. 1995a. Distribución y abundancia de la langostilla bentónica (*Pleuroncodes planipes*) en la plataforma continental de la costa oeste de Baja California. 59-78. En: Aurioles-Gamboa, D y E.F. Balart (Eds.). La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas. 233 pp.
- Aurioles-Gamboa, D. 1995b. Migración batimétrica de la langostilla bentónica en la plataforma continental del Pacífico de Baja California Sur. 79-92. En: Aurioles-Gamboa, D y E.F. Balart (Eds.). La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas. 233 pp.

- Aurioles-Gamboa, D., E.F. Balart y J.L. Castro-Aguirre. 1995. Recomendaciones para la explotación y aprovechamiento de la langostilla. 221-233. En: Aurioles-Gamboa, D y E.F. Balart (Eds.). La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas. 233 pp.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO, Documento Técnico de Pesca 347.
- Calvo-Carrillo, M.C., M.I. Castro-González, R. Sánchezarmas-Luna y F. Pérez-Gil-Romo. 1995. Fibra cruda y quitina en el crustáceo langostilla (*Pleuroncodes planipes*, Simpson): similitudes y diferencias. Ciencias Marinas. 21(2): 179-186.
- Civera-Cerecedo, R., H. Villareal, E. Goytortúa, S. Rocha, F. Vega, H. Nolasco, J. Pastén y T. Camarillo. 1998. Uso de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como fuente de proteína en dietas experimentales para camarón. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Programa Maricultura. Avances en Nutrición Acuícola III. 325-347.
- García-Carreño, F.L., 1992. The digestive proteases of langostilla (*Pleuroncodes planipes*, Decapoda): Their partial characterization and the effect of feed on their composition. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 103B, No. 3, pp. 575-578.
- Glynn, P.W. 1961. First mass stranding of pelagic crabs (*Pleuroncodes planipes*) a Monterey Bay, California, since 1859 with notes on their biology. California Fish and Game. 47(1): 97-107.
- Gómez-Gutiérrez, J. y C.A. Sánchez-Ortiz. 1995. Centros de eclosión y deriva larval y postlarval de la langostilla, *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Galatheidæ), en la costa occidental de Baja California Sur. 35-58. En: Aurioles-Gamboa, D y E.F. Balart (Eds.). La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas. 233 pp.
- Gómez-Gutiérrez, J. y C.A. Sánchez-Ortiz. 1997. Larval drift and population structure of the pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* (Stimpson)(Crustacea: Galatheidæ) off the Southwest coast of Baja California, México. Bulletin of Marine Science. 61(2): 305-325.
- Guzmán-Vizcarra, E. 1995. Distribución y abundancia de la fase bentónica de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) en la costa occidental de Baja California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 63 pp.
- Hendrickx, M.E. 1995. Anomuros. 539-564. En: Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V.H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. 646 pp.
- Longhurst, A.R. 1967. The pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea, Galatheidæ) in the California Current. CalCOFI Fisheries Investigations Reports. 11: 142-154.
- Longhurst, A.R., C.J. Lorenzen y W.H. Thomas. 1967. The role of pelagic red crabs in the grazing of phytoplankton off Baja California. Ecology. 48: 190-200.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. La ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica. www.omega.ilce.edu.mx:300/cites/ciencia/volumen3/ciencia3.
- Roa, R. y F. Tapia. 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. Marine Ecology Progress Series. 196: 239-251.
- Robinson, C.J. y J. Gómez-Gutiérrez. 1998. The red-crab bloom off the west coast of Baja California, México. Journal of Plankton Research. 30(10): 2009-2016.
- Romero, M.C., G.A. Lovrich, F. Tapella y S. Thatje. 2004. Feeding ecology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheidæ) in the Beagle Channel, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 84: 359-365.
- Schultz, H. 1976. Results of the MEXAL-Program: *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) in the bottom trawl catches of the research vessels "Bonn" and "Wesser". Bundesforschungsanstalt für Fischerei. Hamburg, Institut für Seefischerei. 4 pp.
- Zeldis, J.R. 1985. Ecology of *Munida gregaria* (Decapoda: Anomura): Distribution and abundance, population dynamics and fisheries. Marine Ecology Progress Series. 1(22): 77-99.

Macroalgas del
Océano Pacífico

Macroalgas

Macroalgas

BREVIARIO

Macroalgas del Océano Pacífico
Especie: Alga parda (<i>Macrocystis pyrifera</i>), algas rojas (<i>Gelidium robustum</i>, <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>, <i>Chondracanthus canalinculatus</i>) • Por su diversidad y abundancia, son recurso económicamente importante. • En el mercado mundial, México, contribuye con el 4.6% de materias primas agarofitas, 2.3% de alginofitas y 0.37% de algas productoras de carragenanos. • Amplia distribución geográfica en el Pacífico.
Tendencia de la captura: • El sargazo gigante alcanzó su máximo histórico de 41,629 tm. en 1976. • <i>Gelidium robustum</i> (sargazo rojo) la cosecha máxima se registro en 1976 con 3,465 tm., su producción anual fluctua al rededor de 1,000 tm. y el promedio histórico es de 942 tm. por año. • La <i>Gracilaria lemaneiformis</i>, el Volúmen de la cosecha lo determina principalmente el mercado y se mantiene con una producción cercana a las 200 tm. peso seco en temporada. • La <i>Chondracanthus canalinculatus</i>, en 1966 su máximo histórico fue de 1,100 tm. secas en 1979.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: Esfuerzo pesquero (captura por unidad de esfuerzo) y estructura por edades
Estado de la Pesquería: • Se considera que el recurso <i>M. pyrifera</i> y <i>C. canalinculatus</i> está subaprovechado. • En <i>M. pyrifera</i>, <i>G. robustum</i>, <i>C. canalinculatus</i> y <i>G. lemaneiformis</i> podría incrementarse el esfuerzo pesquero, en <i>G. robustum</i>, solamente a través de la incorporación de nuevas zonas de cosecha.
Medidas de manejo: Se recomienda continuar con el monitoreo de las cosechas, para evaluar periódicamente su biomasa, rendimiento y el esfuerzo pesquero.
Objetivo de las medidas: Detectar y diferenciar efectos sobre el recurso que provengan de actividades de cosecha y de la ocurrencia de eventos naturales como El Niño o de otras condiciones medioambientales.



Macroalgas del Océano Pacífico

Enrique Hernández Garibay¹
 Julián Guardado Puentes¹
 José Bautista Alcantar¹
 y Raúl Reyes Tisnado²

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada
 Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5. C.P. 22760
 Ensenada, B.C., México
 ehernández@cripens.inp.gob.mx

²Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz
 Km 1 carretera a Pichilingue. C.P. 23020
 La Paz, B.C.S., México

LA PESQUERÍA

Importancia

Debido a su diversidad y abundancia, las algas marinas en México son un recurso económicamente importante. Las encontramos en todas las costas de nuestro país; es en el Atlántico (Golfo de México y el Caribe) se presenta el mayor número de especies, sin embargo, la biomasa de las diferentes especies no es suficiente para su aprovechamiento comercial. Por otra parte, en el Pacífico Noroccidental Mexicano (Fig. 1), se encuentran de forma permanente exuberantes poblaciones características de aguas frías asociadas a zonas de surgencia donde la biomasa de las diferentes especies, es suficiente para soportar una cosecha comercial, permitiendo el aprovechamiento por más de 40 años de diferentes especies de estas localidades (Anuario Estadístico de Pesca). La influencia de las aguas frías, se manifiesta en la costa de Baja California, hasta el Sur de Punta Abreojos (26° Lat. N), donde se inicia una zona de transición hacia la flora tropical, cuyo límite se establece en la zona norte de isla Margarita. Por otra parte el Golfo de California, se caracteriza por la presencia de especies subtropicales y tropicales con un gran número de especies endémicas. En las regiones adyacentes a las grandes islas; Ángel de la Guarda, Tiburón, Turner, San Esteban, San Lorenzo, Partida etc., donde se encuentran poblaciones algales abundantes como las de *Sargassum*, *Gracilariopsis*, *Ulva* y *Eucheuma*, (Guzmán del Prío *et al.*, 1986; Pacheco-Ruiz y Zertuche-González 1996).

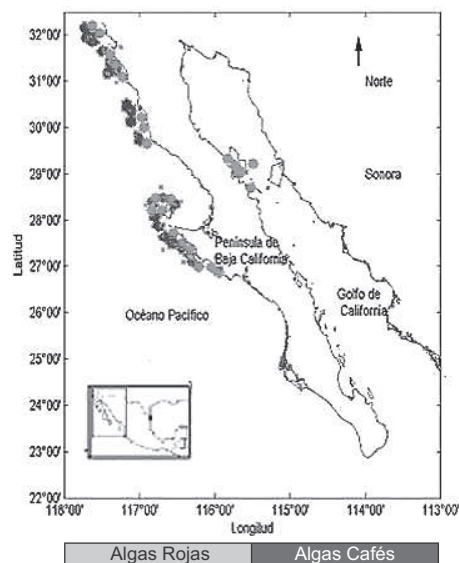


Figura 1. Localización de especies de macroalgas aprovechadas comercialmente en la región noroeste de México.

A partir de 1956, en México se inicia la cosecha sistemática de los recursos algales, los cuales se destinan principalmente como materias primas para la industria de ficocoloides; tales como agar, alginato y carragenano que son sustancias que se obtienen de las algas e imparten viscosidad a soluciones acuosas y lácteas, se utilizan en la industria alimenticia, farmacéutica y textil entre otras,

En el mercado mundial, México, contribuye con el 4.6% de materias primas agarofitas, 2.3% de alginofitas y 0.37% de algas productoras de carragenanos (Zertuche-González 1993). Entre las materias primas que se cosechan, destaca por su volumen la pesquería del alga parda *Macrocystis pyrifera* que se emplea para producir alginato, harina de algas y fertilizantes; le siguen con un volumen menor la cosecha de algas rojas para la producción de agar, *Gelidium robustum* en el Pacífico y *Gracilariopsis lemaneiformis* en el Golfo de California y en tercer término, para la producción de carragenano, se ha cosechado el alga roja *Chondracanthus canaliculatus* del Pacífico. Cabe mencionar que la pesquería de esta última especie, se ha interrumpido por la falta de mercado (Tabla 1).

Tabla1. Recursos explotados comercialmente en Baja California (Zertuche-González, 1993)

Nombre científico	Nombre común	Tipo de alga	Uso	Cosecha	
				Regular	Ocasional
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Sargazo gigante	Café	Alginato, harina	X	
<i>Gelidium robustum</i>	Sargazo rojo	Roja	Agar	X	
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	Fideo de mar	Roja	Agar	X	
<i>Chondracanthus canaliculatus</i>	Pelo de cochi	Roja	Carragenano	X	
<i>Porphyra perforata</i>	Lechuga de mar	Roja	Alimento		X
<i>Egredia sp.</i>	Cola de zorra	Café	Harina/Alimento		X
<i>Ulva lactuca</i>	Lechuga de mar	Verde	Alimento		X
<i>Gracilaria pacifica</i>	Fideo de mar	Roja	Agar		X

Además de los recursos anteriores, en nuestras costas se encuentran otras especies que por la biomasa disponible, son susceptibles de aprovechamiento comercial; entre ellas se dispone de materias primas alternativas para la producción de ficocoloides, para alimento humano directo (*Porphyra*, *Ulva* y *Egredia*, entre otras) o bien para la elaboración de harinas y fertilizantes (*Sargassum*, *Eisenia* etc). Es también importante mencionar que durante algunas épocas del año debido a condiciones meteorológicas extremas en las playas se depositan grandes volúmenes de algas (algas de arribazón), esta biomasa puede emplearse para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Desde el año 2000 una empresa de la localidad (Tecniproses S.A. de C.V.) aprovecha el material de arribazón de una pequeña franja costera de Baja California.

Algas productoras de Alginato:

- a) *Macrocystis pyrifera* o sargazo gigante es una alga parda que crece frente a las costas de Baja California, es un recurso económica y ecológicamente importante. Las plantas de esta especie, forman extensos bosques marinos que proveen hábitat, refugio y alimento a numerosas especies, algunas de alto valor comercial, como abulón, langosta y erizo (Ladah y Zertuche-González 2000). Es el recurso pesquero que ocupa el segundo lugar en volumen de captura en Baja California (Anuario Estadístico de Pesca 2000) y es una especie productora del ficocoloide “alginato”, de ahí su importancia comercial. Esta especie, desde 1959, fecha en que inició su pesquería, se exporta en fresco a los Estados Unidos de Norteamérica para su procesamiento en la industria de los alginatos. La cosecha de *Macrocystis pyrifera* representa alrededor del 9.7% del total de materias primas productoras de alginato en el mundo, y México contribuye con el 24% de la producción total (Mc Hugh 1991).

Después de muchos años de cosecha y comercialización de esta especie como materia prima exclusiva para la producción de alginato, recientemente en Baja California se han diversificado; se emplea en fresco, como alimento directo en los cultivos de abulón, además en la elaboración de harina para alimento en el cultivo de camarón y en la de fertilizantes líquidos (Jorge Marcos, Productos del Pacífico, Ensenada B.C. *com. per.*).

Aunque *M. pyrifera* se distribuye desde Baja California hasta el norte de Baja California Sur (San Hipólito), la cosecha se lleva a cabo solamente en la parte norte de su distribución en Baja California, desde la frontera con Estados Unidos, hasta Isla San Martín (Aguilar-Rosas 1989). Los mantos localizados más al sur no se explotan debido principalmente a su lejanía con el sitio de desembarco (San Diego, E.U.A.) (Molina-Martínez 1985). Con la intención de aprovechar integralmente este recurso, se han realizado estudios a nivel de planta piloto para la obtención de alginatos a partir de esta materia prima, con lo que se espera establecer las bases tecnológicas para implementar una industria productora de alginatos en México, (Hernández-Carmona *et al.*, patente en trámite)

Algas productoras de Agar:

- a) El agar se obtiene principalmente de dos familias de algas rojas: la familia Gelidiaceae que incluye los géneros de *Gelidium*, *Gelidiella* y *Pterocladia* y la familia Gracilariaceae, que abarca el género *Gracilaria*. El agar producido por las especies de *Gelidium*, se considera como de la mejor calidad por su alto contenido de agarosa el cual es un ficocoloide de alto valor por sus aplicaciones biotecnológicas. En este sentido, las materias primas de este género son las de mayor demanda a nivel mundial, las especies de *Gelidium* representan el 44 % de las materias primas productoras de agar, y de éstas México contribuye con alrededor del 10 % (Mc Hugh 1991; Zertuche-González 1993).

Gelidium robustum se explota en Baja California es la segunda especie de mayor importancia por su volumen de captura, después de *Macrocystis pyrifera*. Su cosecha comercial inicia en la década de 1940, pero los registros de captura se iniciaron de forma continua a partir de 1955. En 1960 se establece en Ensenada, Baja California, una empresa productora de agar apartir del alga *Gelidium* (Agarmex); posteriormente, a mediados de 1980, la empresa

paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos, puso en funcionamiento en Bahía Tortugas, B.C.S. una planta con capacidad instalada mayor a la de Agarmex para producir agar de *Gelidium robustum*, aún cuando su operación fue muy corta, debido principalmente a problemas de calidad y comercialización del producto.

La pesquería de *G. robustum*, originalmente manejada como concesiones, actualmente se maneja con permisos de pesca comercial, en donde Agarmex y las diferentes sociedades cooperativas de producción pesquera de la región tienen autorizada la explotación de los diferentes mantos en Baja California y Baja California Sur. La empresa Agarmex procesa sus propias cosechas, además adquiere parte de la cosecha de otros permisionarios, quienes exportan sus excedentes a Estados Unidos o Japón (Guzmán del Prío *et al.* 1986).

b) El género *Gracilaria* es un recurso de importancia comercial debido también a su contenido de agar, representa el 53% de las materias primas productoras de agar en el mundo, mientras que la contribución nacional es apenas del 0.78%. En la costa occidental de Baja California, se distribuye *Gracilaria pacifica* (antes *G. verrucosa*), de la cual, a pesar de existir mantos suficientes para su explotación comercial no ha tenido un aprovechamiento constante. Por otra parte en el Golfo de California, en 1996, la compañía Phycos, S.A. de C.V. (hoy Amares S.A. de C.V.) inició la cosecha de *Gracilariopsis lemaneiformis*.

Algas productoras de Carragenano:

- a) La cosecha comercial de *Chondracanthus canaliculatus* (antes *Gigartina canaliculata*) inició en 1966; la producción se destinó exclusivamente como materia prima para la producción de carragenanos, exportándose a Estados Unidos, Dinamarca y Francia; desde el inicio de su explotación la cosecha tuvo un incremento paulatino y alcanzó las mayores producciones en la década de 1970 hasta un máximo de 1,100 t (peso seco) en 1979. Después de ese año, y motivado principalmente por la falta de mercado (y no por la disminución de biomasa del recurso) se presentó una franca disminución de la cosecha hasta valores cercanos a las 200 t. La pesquería continuó hasta 1999 donde su cosecha tuvo que interrumpirse (Aguirre-Muñoz, Agromarinos, Ensenada B.C. *com. per.*) por ser incosteable. La cosecha del pelo de cochi durante mucho tiempo fue una pesquería alternativa que contribuyó a la economía familiar en las comunidades pesqueras, ya que en las actividades de cosecha se realizan en la bajamar sin necesidad de equipo especial, participando las esposas, hijos y padres de los pescadores (Fig. 2). En 2003 se otorgó un nuevo permiso en la zona de San Quintín B.C., para la cosecha de este recurso con lo que se reinició esta pesquería.
- b) *Eucheuma uncinatum*: Es una especie endémica del golfo de California, fuente de carragenanos, aunque su aprovechamiento ha sido ocasional, El aprovechamiento de esta especie carragenofita y de otra del golfo, junto con *Chondracanthus squarulosus* (antes *Gigartina pectinata*) que cohabitan en la misma zona. Estas especies podrían ser una alternativa económica para las comunidades pesqueras del golfo de California. Durante 2002 la empresa Agarmex incursionó en la producción de carragenanos, para lo cual emplea el alga roja *Kappaphycus alvarezii* productora de carragenano gelificante (tipo Kappa). Las materias primas que emplea son provenientes de cultivos en el oriente, es posible que en un futuro cercano pudiera emplear en su proceso materias primas regionales. De *E. uncinatum* se estima un potencial de 165 tm secas

anuales (Guzmán del Prío 1993), aunque este valor varia de un año a otro, debido a las condiciones ambientales del Golfo de California.



Figura 2. Maniobra de cosecha del “pelo de cochi” *Chondracanthus canaliculatus* (Hernández-Garibay et al. 2000)

Algas para usos alimenticios

A pesar de contar con un gran número de especies similares a las que se consumen como alimento en el oriente, la cosecha de algas para este fin se ha realizado en forma esporádica y no está bien documentada.

Algas de Cultivo:

El Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, ha desarrollado biotécnicas de diferentes algas de valor comercial para determinar la factibilidad de su cultivo a escala comercial; se evalúa la rentabilidad del cultivo para cada especie en base a los costos de producción y calidad del producto (Zertuche-González 1989).

Biología

Es muy amplia la distribución geográfica de las especies de macroalgas en el Pacífico, y aunque discontinua, se les encuentra en las aguas frías de la Corriente de California,

asociadas a las zonas de surgencias, desde las costas de Alaska, E. U., hasta Isla Margarita en Baja California Sur, México. En el golfo de California, se presentan alrededor de las grandes islas. Habitan en sustratos rocosos, desde la zona intermareal hasta los 40 m de profundidad.

Macrocystis. pyrifera:

Alga parda característica de aguas templadas y frías, la presencia de mantos asocian a zonas de corrientes fuertes y de surgencias; se encuentra en las costas del Pacífico de norte América y sur América, en el extremo sur de África y el sur de Australia (North, 1971). En el hemisferio Norte se distribuye desde Alaska (Lat. 55° N) hasta Baja California en México, donde el límite sur de su distribución se encuentra cerca de Bahía Tortugas en Baja California Sur (27°39.97' N, 114°54.18' O) (Hernández-Carmona *et al.* 1991; Ladah *et al.* 1999).

De acuerdo con North (1971), esta especie se considera como el alga más grande del mundo, alcanza longitudes superiores a los 30 metros y tasas de crecimiento de hasta 50 cm diarios (North 1971). Esta especie tiene un ciclo de vida heteromórfico (Fig. 3), donde el gametofito es microscópico y el esporofito macroscópico (Fig. 4). Habita en la zona submareal, desde los 3 a los 25 m de profundidad, y por lo general sigue la isóbata de las 10 brazas, adhiriéndose a sustratos rocosos con una estructura perenne llamada "haptera" o "rizoide", del cual se desarrollan varios estipes de forma cilíndrica. De cada estipe se desprenden las láminas, que poseen en su base estructuras de flotación llamadas neumatocistos. crecen verticalmente hacia la superficie formando una especie de techo (canopia o dosel) sobre el manto algal; el crecimiento horizontal de estas plantas en la superficie del océano, hace que la cobertura superficial del manto, que en muchos casos es del orden de varios kilómetros sea mayor que la superficie que ocupa el manto en el fondo. A pesar de que las plantas de *M. pyrifera* son perennes, los estipes se pueden desprender en periodos que van de 3 a de 6 meses; sin embargo la planta completa tiene un período de vida que va de 2 meses a varios años dependiendo de las condiciones ambientales (North 1971; Guzmán del Prío *et al.* 1986). Efectos combinados de altas temperaturas y baja concentración de nutrientes ocasionan el desprendimiento y mortalidad de las plantas (North y Zimmerman 1984; North *et al.* 1986; Gerard 1984).

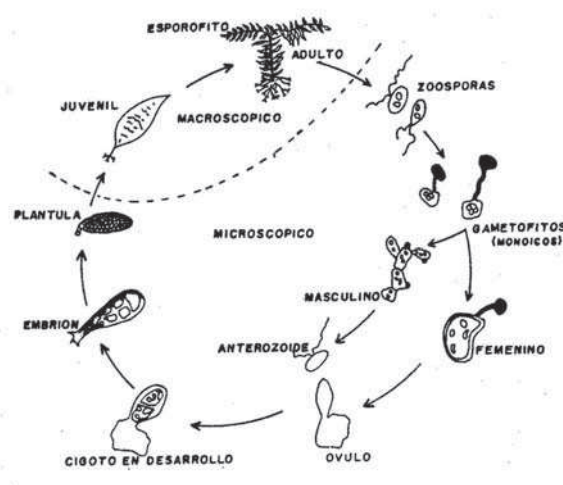


Figura. 3. Ciclo de vida de *M. Pyrifera* mostrando la alternancia de generaciones. (North 1971, tomado de Guzmán del Prío *et al.* 1986)



Figura 4. A) Planta de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh. “Sargazo Gigante”. De su órgano de fijación o “rizoide” emerge un estipe corto del que se desprenden varios estipes (fronda) que se desarrollan hacia la superficie. B) Detalle de una porción de la fronda que muestra una lámina de margen dentado y superficie rugosa, con su pneumatocisto en la porción inferior unido en su base al estipe o talo (Anónimo 1954 tomado de Guzmán del Prío et al. 1986).

Gelidium. robustum:

Se distribuye en la costa occidental de norte América, desde el sur de la Columbia Británica, Canadá, hasta Isla Margarita, Baja California Sur, México (Guzmán del Prío y De la Campa de Guzmán 1969). Es una especie característica de fondos rocosos con corrientes de alta intensidad y continuo movimiento. Aunque la planta puede encontrarse en niveles superiores al nivel medio de mareas, esto es poco frecuente y los mantos de mayor densidad de esta especie se localizan en la zona infralitoral, de 15 a 20 m de profundidad (Guzmán del Prío et al., 1986).

Gelidium es un género altamente polimórfico con grandes rangos en tamaño y estructura. La mayoría de las especies son altamente ramificadas y muestran un patrón de crecimiento característico. Planta erecta, color rojo vino, violácea, ejes inferiores no ramificados. Ramificación superior lateral, pinada, plana de contorno piramidal con altura promedio de 31 a 37 cm (Guzmán del Prío et al. 1986). Las plantas son rígidas y cartilaginosas, crecen generalmente en manojos, el talo es de forma cilíndrica a aplanada que se elevan de ejes postrados más o menos extensivos que le sirven de fijación (Fig. 5). El género *Gelidium*, presenta el ciclo reproductivo trifásico característico de las algas rojas; tiene una fase haploide el gametofito masculino y femenino que son de vida libre y dos fases diploides, el carposporofito (que parasita al gametofito femenino) y el tetrasporofito de vida libre (asexual). Guzmán del Prío y De la Campa de Guzmán 1986), encuentran prácticamente durante todo el año, una proporción de 12:1 de talos Tetraspóricos respecto a talos Carpospóricos. Por otro lado, la reproducción vegetativa juega un papel muy importante en la regeneración de los bancos después de la cosecha, principalmente cuando en el proceso de ésta las plantas no son

arrancadas desde su base y quedan adheridos en las rocas fragmentos de las plantas. Las plantas de *Gelidium* son perennes, pero se ven afectadas por los cambios en las condiciones ambientales, como son el incremento de temperatura y la baja de nutrientes, que en casos extremos pueden provocar desprendimiento de las plantas. Aunque *G. robustum*, libera esporas todo el año las condiciones ambientales afectan la sobrevivencia de tal manera que el reclutamiento de juveniles se observa a principios de verano (Pacheco-Ruiz *et al.* 2001). Este género se caracteriza por tener tasas de crecimiento lento, de 0.63 mm día^{-1} en verano y 0.31 mm día^{-1} en invierno (Guzmán del Prío y De la Campa de Guzmán 1986.), lo que ha limitado el desarrollo de cultivos comerciales de esta especie.



Figura 5. *Gelidium robustum* (Gardner) Hollenberg y Abbott (Sargazo rojo) (Guzmán del Prío 1974).

Gracilariopsis lemaneiformis (Bory) Dawson, Acleto et Foldvik:

Esta alga roja de la familia Gracilariaceae se encuentra en el Golfo de California, en zonas influenciadas por las aguas del canal de Ballenas caracterizadas por fuertes corrientes de marea (Bray y Robles 1991) y alta concentración de nutrientes (Alvarez-Borrego *et al.* 1978). Presenta una estructura multiaxial y anatomía parenquimatosa; es una planta de forma cilíndrica altamente ramificada que tiene un color rojo intenso (plantas de aguas profundas) hasta un color café opaco, amarillo e incluso blanco (en aguas someras). Crece en el nivel submareal sobre fondos rocosos, incluso en zonas cubiertas con arena. En el Golfo de California las plantas pueden alcanzar varios metros de longitud y en las épocas de mayor abundancia formar una alfombra con más de 10 kg de alga fresca m^{-2} (Pacheco-Ruiz *et al.* 1999). Estudios poblacionales sobre esta especie, muestran una estacionalidad en el desarrollo de las plantas y cobertura de los mantos. Las máximas biomásas se registran desde principios de primavera hasta mediados del verano, debido a las condiciones ambientales de altas temperaturas e irradiación que imperan en el Golfo de California durante esa estación, las poblaciones algales declinan drásticamente y desaparecen.

Chondracanthus canaliculatus (Harvey) Guiry:

Se distribuye en la costa del Pacífico Americano desde el sur de Oregon, Estados Unidos de Norteamérica, hasta Isla Magdalena, B.C.S., México (Pineda-Barrera, 1974). Verticalmente se distribuye en la zona media y baja del intermareal (Murray y Horn 1989). Forma una franja paralela a la costa, en algunas zonas es dominante y forma mantos unialgales de forma irregular, es un recurso abundante, especialmente durante los meses de verano y otoño. Crece en forma de manojos sobre sustratos rocosos, posee un rizoides de tipo costroso sobre el cual se eleva un estipe principal que da lugar a numerosas dicotomías lo que genera frondas muy ramificadas, puede alcanzar tallas de entre 40 a 50 cm (Fig. 6).

C. canaliculatus, tienen rizoides perennes y presenta variaciones en su fronda a lo largo del año, muestra un período de crecimiento importante en primavera-verano, seguido de un proceso de decaimiento natural en el otoño-invierno (Ballesteros- Grijalva 1992), con la variación de la talla promedio se pueden calcular las tasas de cambio de talla de una población a lo largo del tiempo, como una medida de su crecimiento (Brinkhuis 1985). De la misma manera, con la determinación de varias clases de tamaño y el cambio de sus proporciones a lo largo del tiempo, se logran establecer diferencias entre épocas del año así como la representación de las clases de tamaño en las diferentes fases reproductivas con el fin de determinar una talla mínima de reproducción por esporas (DeWreede y Green 1990).



Figura 6. *Chondracanthus canaliculatus* Harvey, Guiry (Pelo de Cochi) (Guzmán del Prío 1974)

El ciclo reproductivo de *C. canaliculatus* es trifásico similar al descrito para *Gelidium*; se reproduce por esporas y en forma vegetativa, pero se desconoce la estrategia reproductiva que asegura la permanencia de esta especie en el medio. Abbott (1980) encontró en California central, la presencia de juveniles de esta especie durante todo el año; sin embargo en Baja California McCarthy-Ramírez (1988) no siempre detectó reclutas "in situ", lo que podría indicar que la viabilidad de esporas en el medio no es efectiva durante todo el año.

Las poblaciones de *C. canaliculatus* presentan plantas en estado reproductivo durante todo el año y los valores máximos de fertilidad ocurren durante el verano y otoño (López-Carrillo 1990). Estudios poblacionales sobre esta especie, muestran una estacionalidad en el desarrollo de las plantas y cobertura de los mantos. Aunque hay reproducción durante todo el año, el reclutamiento se observa principalmente durante el invierno y principios de

primavera, de esta manera a finales de la primavera las plantas alcanzan tallas de adulto y durante el verano se alcanza la mayor proporción de plantas adultas y las mayores coberturas; durante el otoño, debido a las condiciones ambientales, la población declina, principalmente en el nivel de marea superior.

Se ha observado que si la cosecha se realiza exclusivamente sobre las frondas respetando los órganos de fijación, se tiene un efecto de poda y el crecimiento de las plantas en mantos cosechados, es superior al de aquellas que crecen en mantos no perturbados (García-Lepe 1995). De la misma manera Grijalva-Ballesteros (1992) ha demostrado que el alto crecimiento de esta especie hace que los mantos se renueven en un período de 85 días.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

Las técnicas de cosecha empleadas para las especies que se aprovechan son diferentes para cada recurso; mientras que el método empleado en la cosecha de el sargazo gigante es una operación completamente mecanizada, en los demás casos es con métodos artesanales.

a) *Macrocystis pyrifera*: Para la cosecha de este recurso se emplea un procedimiento desarrollado en 1916, por el departamento de pesca deportiva de California (EUA) y la institución oceanográfica de SCRIPPS (McPeak y Glantz 1984). Se utiliza una embarcación construida especialmente para este propósito (Fig. 7), consiste en un barco de plantilla rectangular de 33.52 m de eslora, 9.75 m de manga y 2.75 m de puntal, usa diesel como combustible y desarrolla una velocidad de crucero de 10 nudos la cual se reduce a 3 nudos durante la cosecha; esta embarcación, está equipada en la popa con una rampa rectangular abatible, con un sistema de cuchillas en su parte inferior. Durante la cosecha, la rampa baja a una profundidad de 1.2 m bajo la superficie cortando de esta manera solo la parte superior de las frondas de las plantas de *Macrocystis*, en franjas de 9 metros. El desplazamiento del barco durante la maniobra de corte es en reversa (Fig. 8). La capacidad del barco es de aproximadamente 350 tm de producto húmedo. La cosecha de este recurso se efectúa en mantos cercanos a la costa en profundidades de 10 a 35 m, donde el barco sargacero pueda navegar con seguridad, por este motivo se excluyen los mantos intermareales (Guzmán del Próo *et al.* 1971; Molina-Martínez 1986).



Figura 7. Embarcación empleada para la cosecha de sargazo gigante (“El Sargacero”).

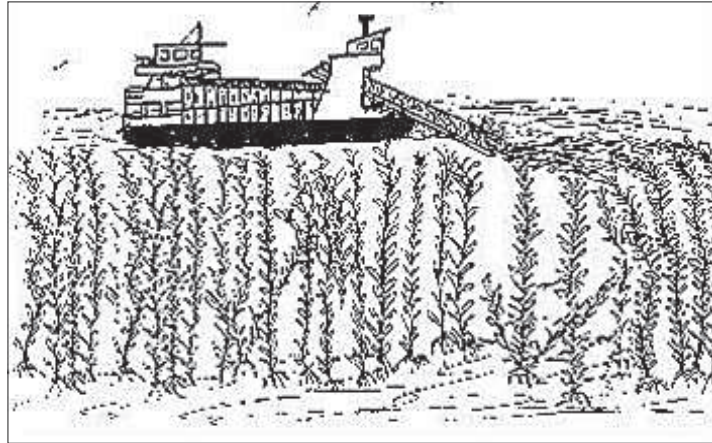


Figura 8. Esquema de la maniobra de cosecha de “sargazo gigante” (Hernández-Garibay et al. 2000)

El barco desembarca un promedio de 70 cargas al año; el tiempo requerido para completar una carga, varía entre 5 y 7.5 horas en el verano y hasta 10 horas en invierno; aunque la cosecha se puede realizar durante todo el año, está limitada por las condiciones metereológicas y la demanda del mercado (De la Campa 1974). En la Figura 9 se observa la producción por unidad de esfuerzo (PPUE) en base a las horas de maniobra y número de viajes.

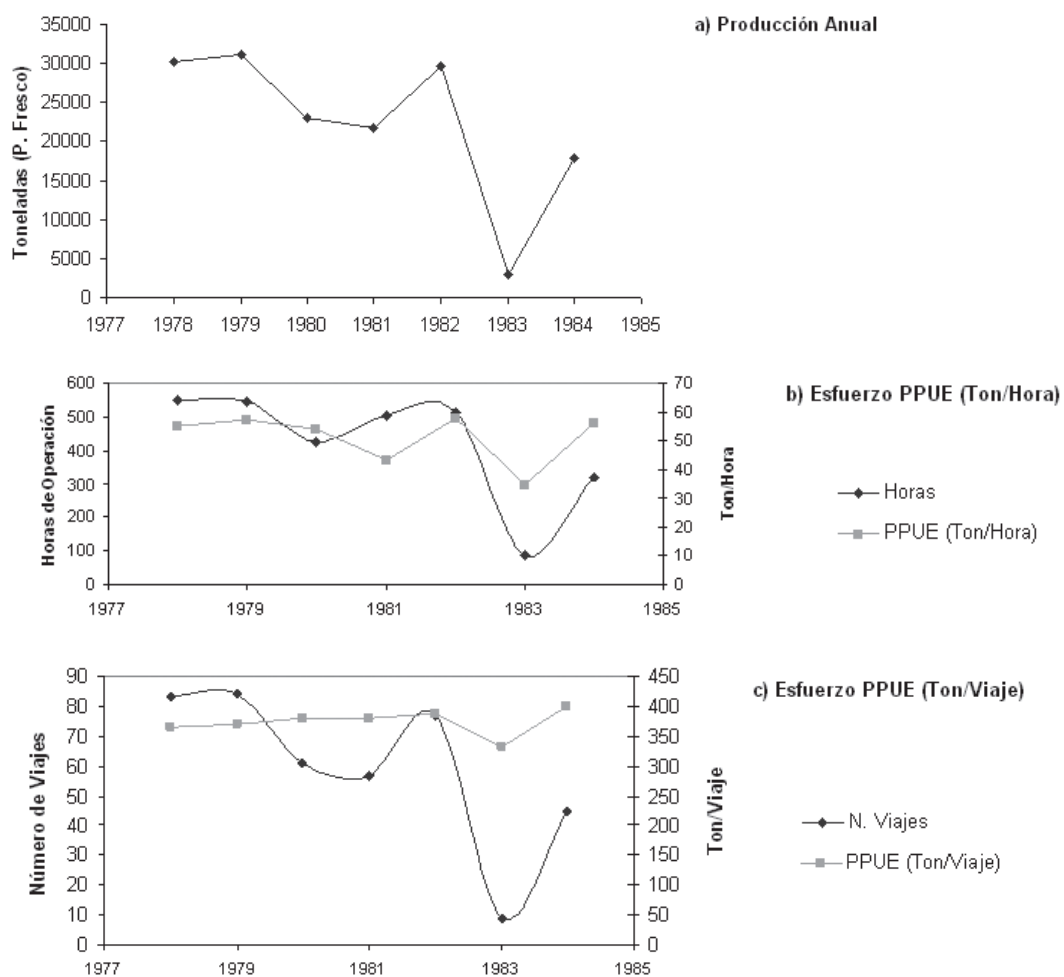


Figura 9. (a) Producción de *M. pyrifera* durante 1978 a 1984, (b) esfuerzo por hora (PPUE ton/hora) y (c) por viaje (PPUE ton/Viaje). (Corona-Grajales 1985).

b) Especies agarofitas:

La cosecha de este recurso que incluye a *Gelidium* en el Pacífico y *Gracilariopsis* en el Golfo de California es totalmente manual y la eficiencia depende de la pericia de los pescadores. Se realiza mediante buceo, para lo cual se emplea un equipo tipo hooka, que se compone de un compresor, tanque de presión y manguera para el suministro de aire al buzo. Se utiliza una embarcación tipo panga o paceña de fibra de vidrio de 6 m de eslora, equipada con motor fuera de borda de 75 CF. Generalmente la tripulación está formada por tres personas, el buzo, el remero y el cabo de vida (4 personas para el caso de *Gracilariopsis*). En la operación de cosecha, el buzo corta manualmente las plantas y las coloca en una red tipo bolsa (jaba) que se sube a bordo cada vez que se llena; el remero, opera el motor y mantiene la embarcación en las cercanías de las burbujas de aire que genera el buzo y el cabo de vida, se encarga del suministro de aire al buzo y de subir a bordo la jaba con el producto (Fig. 10). La jornada de trabajo también llamada “marea” generalmente inicia de las 5 a las 6 de la mañana y concluye alrededor de las 13 horas.

A su arribo a la playa las algas cosechadas se extienden sobre la arena para secarse al sol, proceso que requiere de dos a tres días según las condiciones ambientales; posteriormente se remueven todas las impurezas visibles, como rocas conchas y arena y se comprimen en prensas hidráulicas para formar pacas de aproximadamente 100 kg de peso, en esta forma es como se transportan a su destino (Figs. 11 a-d).



Figura 10. Esquema de la maniobra de cosecha del “sargazo rojo” *Gelidium robustum* (Hernández-Garibay et al. 2000)



Figura 11. Manejo postcosecha del fideo de mar, *Gracilariopsis lemaneiformis* en Bahía de las Animas B.C. a) Maniobra de desembarque. b) Extendido en playa para el secado. c) Elaboración de pacas de 80 a 100 Kg. d) Almacenamiento.

c) Especies Carragenofitas:

Chondracanthus canaliculatus “pelo de Cochi”, la cosecha de esta especie es totalmente artesanal y no requiere de ningún equipo en especial, se realiza durante los días o noches de bajamar, el pescador trabaja en la zona descubierta por el agua y arranca manualmente las plantas y las introduce en un costal de yute (Figs. 12 y 13), una vez lleno lo llevan a la orilla y cuando se completa la jornada (“marea”) todo el material cosechado se pone a secar al sol directamente sobre el suelo, se sigue un procedimiento similar al descrito para las especies agarofitas (Pineda-Barrera 1974).

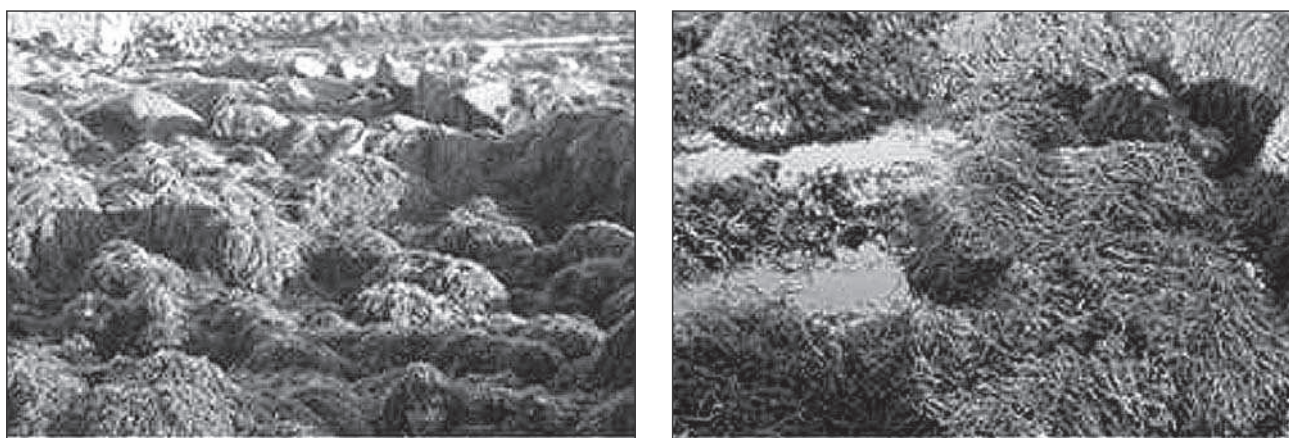


Figura 12. Praderas intermareales de “pelo de cochi” *Chondracanthus canaliculatus*

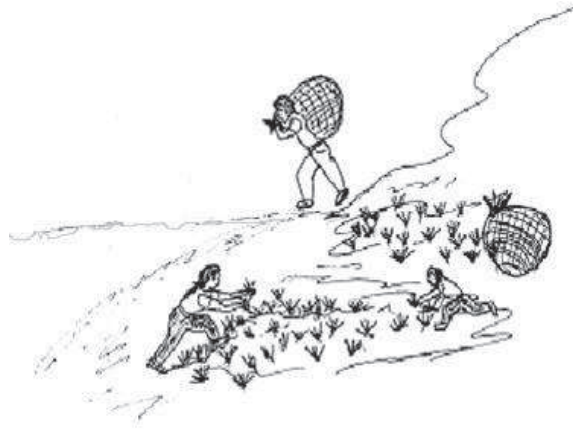


Figura 13. Maniobra de cosecha del “pelo de cochí” *Chondracanthus canaliculatus* (Hernández-Garibay *et al.* 2000)

Gelidium robustum:

No existe información completa al respecto, pero dado que es una actividad completamente artesanal que implica navegación y buceo está fuertemente influenciada por factores tales como las condiciones meteorológicas, la experiencia del buzo y su equipo de trabajo, así como de la localidad en que se cosecha. Hernández-Guerrero *et al.* (2000), estimaron para mantos algales de Baja California Sur durante 1989, una CPUE máxima de 7.6 tm peso seco por equipo por mes durante agosto, y una mínima de 0.65 tm por equipo por mes durante septiembre.

La pesquería de *Gracilariopsis lemaneiformis* es reciente, debido a las condiciones ambientales extremas que imperan en el Golfo de California; se presenta una alta variabilidad interanual en su abundancia y el periodo de cosecha se restringe a los meses de primavera y verano. Cuando este recurso está presente, las características de crecimiento de los mantos de esta especie, hacen que la labor del buzo sea altamente eficiente y un equipo de trabajo cosecha un promedio de 1.12 tm de peso seco por día por equipo (Bitácoras de Pesca CRIP-Ensenada).

Con respecto a *Chondracanthus canaliculatus*, se dificulta el cálculo del esfuerzo pesquero debido a que en la actividad de cosecha colaboran varios miembros de la familia y en el registro aparece una sola persona; además, el acopio de la cosecha en los campos pesqueros no es muy regular en el tiempo. La intensidad del esfuerzo pesquero sobre esta especie disminuyó durante los últimos años debido a la falta de mercado para este recurso.

En la captura por unidad de esfuerzo de las diferentes especies de macroalgas, existe una alta variabilidad de acuerdo a la época del año y entre años, generalmente la cosecha de estos recursos es mayor durante primavera y verano y disminuye en el otoño e invierno (Casas-Valdez 2001, Guzmán del Proo *et al.* 1986 (Tabla 2)

Tabla 2. Captura por unidad de esfuerzo para las especies de macroalgas que se aprovechan comercialmente en Baja California

Espece	Kilogramos secos día ⁻¹	Toneladas frescas por hora
<i>Macrocystis pyrifera</i>		42-84 ¹
<i>Gelidium robustum</i>	230 ²	
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	1123 ²	
<i>Chondracanthus canaliculatus</i>	No estimado	

1 Casas-Valdez 2001.

2 Calculado en base a bitácoras de pesca (Subdelegación de Pesca SAGARPA).

Tendencias históricas

La cosecha comercial del Sargazo gigante comenzó en 1956, desde sus inicios tuvo la tendencia a incrementar continuamente hasta alcanzar su máximo histórico de 41,629 tm en 1976, a partir de entonces, con excepción de 1983 y 1998 (años con efectos del fenómeno El Niño), se ha mantenido con algunas fluctuaciones alrededor de las 32,000 t frescas (Fig. 14), presentando una estacionalidad clara de los rendimientos donde las mayores cosechas se registran durante la primavera y verano (Fig. 15).

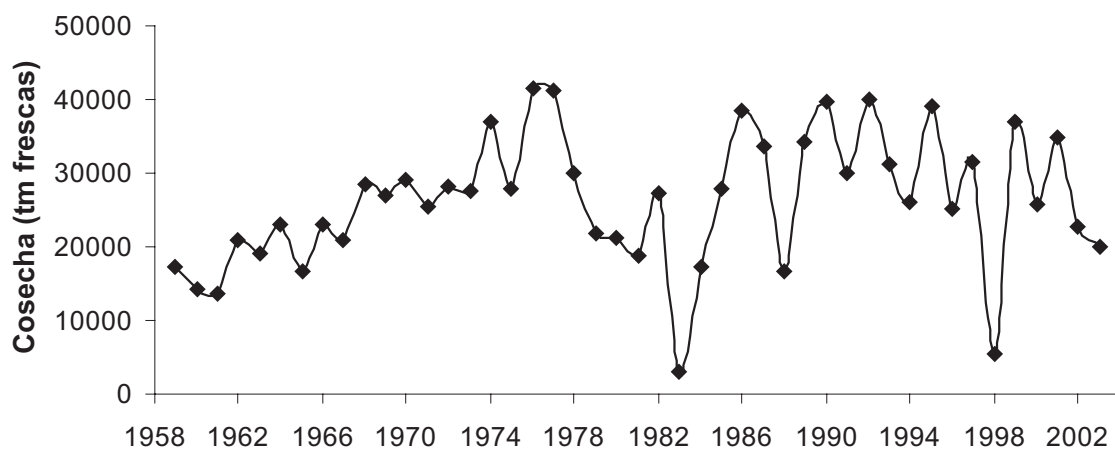


Figura 14. Cosecha histórica de *M. Pyrifera* en Baja California, México durante 1958-2003 (Anuario Estadístico de Pesca (2000) y Bitácoras Barco Sargacero)

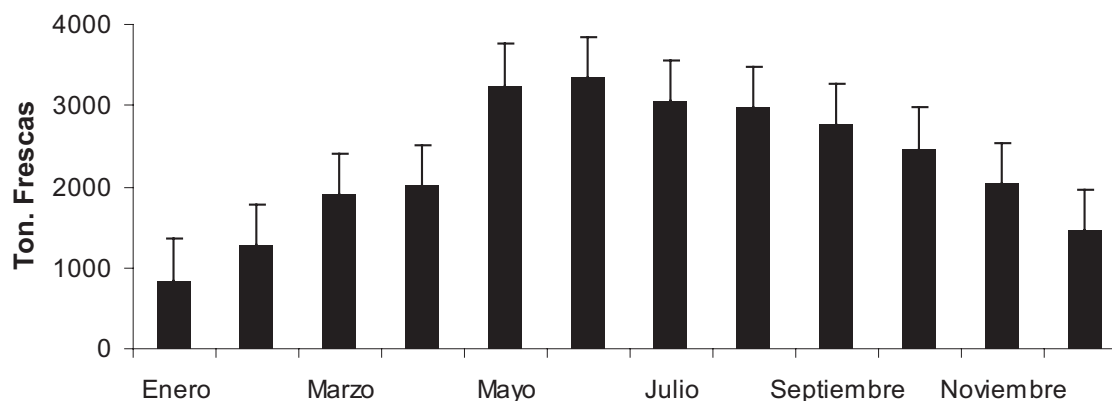


Figura 15. Producción mensual de *Macrocyctis pyrifera* en Baja California (1971-1984) (Guzmán del Prío et al. 1986)

La cosecha de *Gelidium robustum* (sargazo rojo) se lleva a cabo durante todo el año, y se intensifica durante mayo a septiembre cuando las condiciones ambientales son más propicias, ya que las actividades de cosecha que incluyen navegación y buceo se ven limitadas por las condiciones meteorológicas imperantes. Su extracción se lleva a cabo desde las Islas Coronado, B.C. hasta Bahía Asunción, B.C.S, principalmente por equipos de la empresa Agarmex. La cosecha máxima se registró en 1976 con 3,465 tm, su producción anual fluctúa alrededor de las 1,000 tm y el promedio histórico es de 942 tm por año (Figs. 16 y 17). Las fluctuaciones en la producción se deben en buena medida a las variaciones del esfuerzo pesquero sobre el recurso, dado que esta es una pesquería alternativa. Los pescadores cooperativados se unen a la cosecha de algas solo en las épocas de veda de abulón y langosta. Cambios en la abundancia del recurso, pueden ocurrir cuando la variación de temperaturas es mayor a la tolerada por la especie.

Gracilaria lemaneiformis es una especie que debido a su estacionalidad se cosecha a partir de marzo y finaliza a fines de julio. Las zonas de cosecha son Bahía de los Ángeles, Bahía de las Ánimas y Bahía San Rafael. El volumen de su cosecha lo determina principalmente el mercado y se mantiene con una producción cercana a las 200 tm peso seco por temporada (Fig. 18).

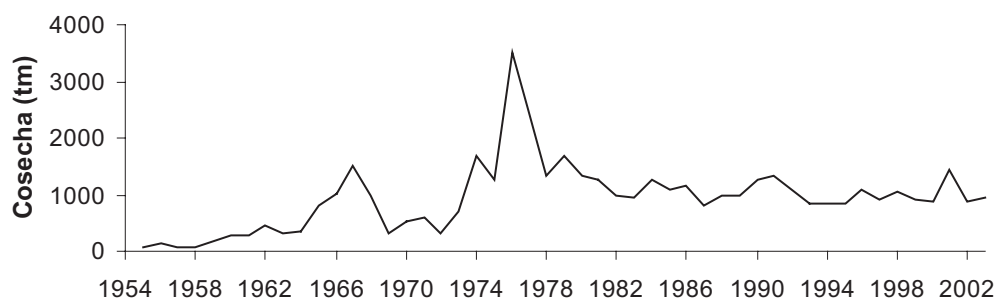


Figura 16. Cosecha anual histórica de *Gelidium robustum* en Baja California. Fuente: de 1956 a 1998, Casas-Valdez (2003), de 1999 a 2003, Anuario Estadístico de Pesca (2004).

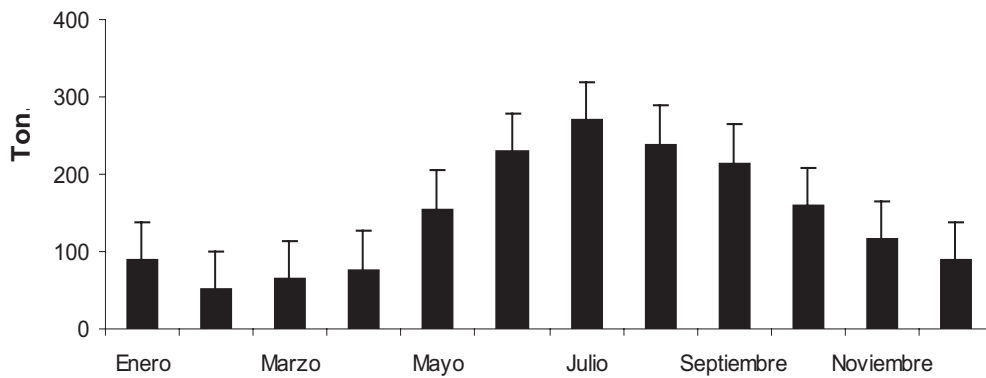


Figura 17. Producción mensual de *Gelidium robustum* en Baja California (1971-1984). (Guzmán del Prío *et al.* 1986)

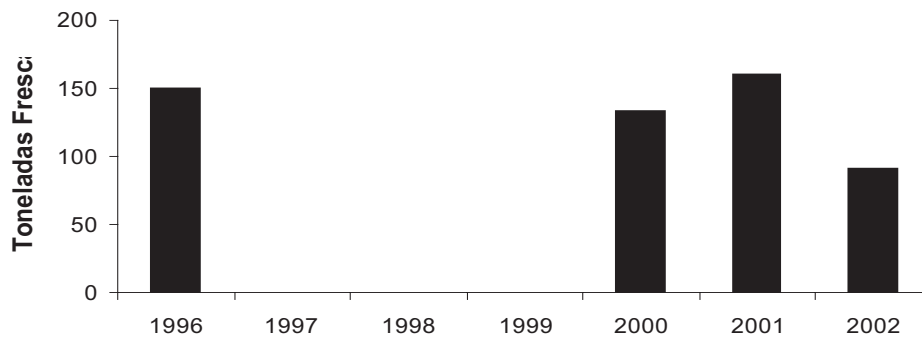


Figura 18. Cosecha histórica de *Gracilariopsis lemaneiformis* en Baja California (Golfo de California).

Desde que comenzó la pesquería de *Chondracanthus canaliculatus* en 1966, hubo un incremento paulatino de las cosechas hasta alcanzar el máximo histórico de 1,100 tm secas en 1979. A partir de ese año la cosecha comenzó a disminuir motivado por la falta de mercado, y por la misma causa, para el año 2000 dejó de cosecharse. En el 2003 se emitió un nuevo permiso de cosecha con lo que se espera reactivar la pesquería (Fig. 19).

Cosecha Histórica de *Chondracanthus canaliculatus* en Baja California

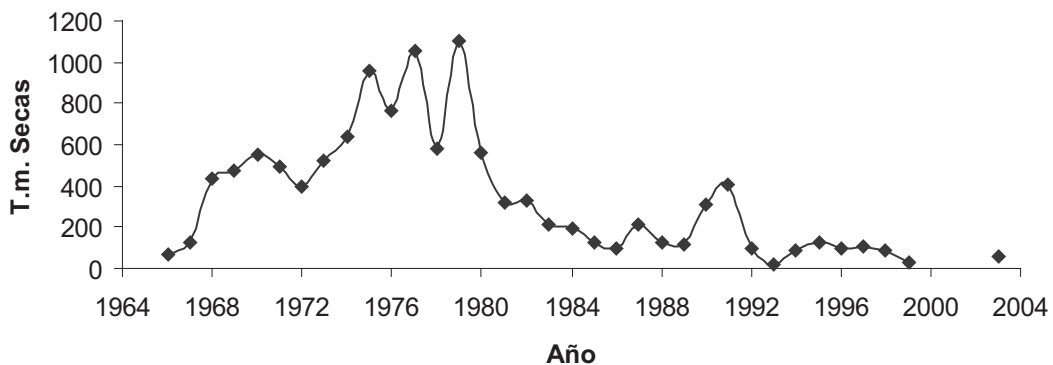


Figura 19. Cosecha histórica de *Chondracanthus canaliculatus* en Baja California

Interacción con otras pesquerías

En el caso de los mantos del sargazo gigante, durante algunas épocas del año se encuentran especies tales como anchoveta, macarela, sardina, bacalao, bonita, mero, cabrilla, rocote y vieja (Mateus-Valdez 1972). Debido a la movilidad de los peces y al tipo de maniobra que se realiza en esta pesquería, la pesca incidental es muy reducida y aunque en algunas épocas del año algunas especies pudieran desovar en las frondas de *Macrocystis*, el efecto potencial sobre la pesquería de especies comerciales es mínima ya que la cosecha no corta toda la planta, solo la parte superficial (Chapa 1964).

En especies como *Gelidium* y *Gracilaria* que crecen en el infralitoral, estas son de menor tamaño y la cosecha se realiza manualmente, por ello la pesca incidental de presentarse ocurre sobre organismos pequeños como pulpos, moluscos, crustáceos y equinodermos entre otros. Además en algunas épocas del año los mantos algales pueden ser el sustrato donde algunas especies de interés comercial depositan sus huevecillos, tal como se presenta en los mantos de *G. lemaneiformis* en el Golfo de California, donde desova la lisa. En el caso de *C. canaliculatus* especie intermareal, es común encontrar en algunas épocas del año en la cosecha una gran cantidad de crustáceos juveniles.

Para tener un mejor conocimiento del posible efecto sobre la fauna que habita los bosques de macroalgas, debe hacerse un seguimiento de la cosecha comercial de cada especie de algas e identificar las épocas de mayor incidencia de captura incidental con lo que podrían sentarse las bases para en caso necesario tomar medidas para su manejo.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura

En la cosecha de *M. Pyrifera*, participa una sola embarcación. Debido a que en México, no había un manejo posterior a la cosecha, no se requerían instalaciones adicionales; en fechas recientes se implementó una nave industrial para el secado y procesado de *Macrocystis* con el propósito de usarlo en la elaboración de harinas y fertilizantes para el mercado nacional, donde se emplea como complemento alimenticio en el cultivo de camarón (Jorge Marcos Productos Del Pacífico Ensenada B.C., com. per.).

En la cosecha de *Gelidium* se emplean embarcaciones menores con motor fuera de borda, el número total de embarcaciones, varía de un año a otro y es de alrededor de 30 unidades, mismas que se emplean en la captura de abulón y langosta. Para *Gracilariopsis* en el Golfo de California solo se emplean tres embarcaciones menores; los campos pesqueros generalmente no cuentan con instalaciones adicionales ya que las algas se secan al sol directamente sobre el piso de arena; en algunos centros de acopio se cuenta con prensas hidráulicas para embalar las algas en pacas de 80 a 100 Kg.

Indicadores económicos

Los ingresos de México por concepto de la exportación de algas como materias primas y de agar son aproximadamente de cuatro millones de dólares anuales (Zertuche-González

1993); sin embargo, si se desarrollan tecnologías para el aprovechamiento industrial de los diferentes recursos se podría dar valor agregado a las materias primas disponibles, repercutiendo favorablemente en la región.

Destino y presentación del producto

El “sargazo gigante” se comercializa principalmente en fresco como materia prima para la producción de alginatos; después de la cosecha se descarga directamente en San Diego California (Estados Unidos de América). Actualmente parte de la cosecha se procesa localmente para la producción de harinas y concentrados líquidos de *M. pyrifera*, productos que tienen demanda en el mercado nacional para la elaboración de alimento para organismos en cultivo.

La cosecha de *G. robustum* se maneja en seco en pacas de 80 a 100 kg, la producción, de alrededor de 800 tm, se procesa localmente para la obtención de agar (Agarmex) y los excedentes cuando los hay, son exportados. *G. lemaneiformis*, se maneja en seco en pacas de 80 a 100 kg, la totalidad de las cosechas actuales se exporta a Japón como materia prima para la obtención de agar. *C. canaliculatus*, se maneja en seco en pacas de 80 a 100 kg, tradicionalmente se exporta como materia prima para la industria de carragenanos a Japón, Francia y Estados Unidos.

MANEJO

Medidas administrativas

Ninguno de los recursos algales tiene épocas de veda; en la mayoría de los casos la cosecha está supeditada a la disponibilidad natural del recurso y a condiciones meteorológicas favorables.

Estado Actual de la Pesquería de Macroalgas

Actualmente el recurso *M. pyrifera*, es utilizado por un solo concesionario, la empresa “Productos del Pacífico” que tiene permiso para cortar los mantos desde las islas Coronado hasta el arrecife Sacramento en El Rosario B.C. Si se considera que el aprovechamiento comercial incide solo en los mantos de la parte norte de su distribución en Baja California, este recurso se encuentra subutilizado. La biomasa disponible en la parte sur de su distribución es suficiente para el establecimiento de una empresa productora de alginatos, tomando como base la tecnología diseñada para el propósito por el CICIMAR-IPN (Hernández-Carmona *et al.* patente en trámite). Las estimaciones de biomasa de esta especie por fotografía aérea en las costas de Baja California, para diferentes épocas del año, indican un potencial explotable de entre 80,000 t y 100,000 tm (Hernández-Carmona *et al.* 1991) ya que las cosechas actuales promedian 25,000 tm. Se considera que el recurso está subaprovechado.

Para incrementar el aprovechamiento de este recurso, anexando nuevas zonas de cosecha, se recomienda emplear un procedimiento de cosecha similar al que realiza el barco sargacero, consistente en una poda de la porción superior de las plantas (1.2 m bajo la superficie del océano).

Para *G. robustum*, la cosecha la realiza principalmente el sector privado (Agarmex S.A. de C.V.) y el sector social (Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Baja California). Con el esfuerzo de pesca aplicado actualmente, el volumen de cosecha se mantiene relativamente estable. *G. lemaneiformis*, en el Golfo de California, es aprovechada por el sector privado (Amares, S.A. de C.V.), el potencial de este recurso permite un aprovechamiento mayor al actual. ya que se calcula un potencial cercano a las 5,000 tm peso seco (Pacheco-Ruiz *et al.* 2000), y debido principalmente a la falta de mercado, solo se cosechan cerca de 200 tm por año las cuales se exportan en su totalidad a Japón para la industria del agar.

La pesquería de *C. canaliculatus* se reinició en 2003, solamente por el sector privado (Agromarinos, S.A. de C.V.). El recurso se encuentra en un estado de subaprovechamiento por lo que es necesario buscar alternativas de uso para esta especie, tales como la producción de carragenanos tomando como base los estudios a nivel de planta piloto realizados por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada del Instituto Nacional de la Pesca.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Las algas marinas son un recurso renovable y forman el hábitat para muchos organismos que encuentran en las praderas de macroalgas sustrato o refugio durante una o más de sus estadios de vida. La abundancia de los recursos algales es afectada principalmente por los cambios que ocurren en las condiciones del medio ambiente, en particular el evento de “El Niño”, el cual tiene un efecto negativo sobre su disponibilidad. La presencia de este evento se relaciona con el incremento de temperatura, disminución en la intensidad de las surgencias y una baja en la concentración de nutrientes, condiciones desfavorables para el desarrollo de estos recursos (Hernández-Guerrero *et al.* 2000). Además, el reclutamiento de nuevas plantas, en algunas áreas, es severamente afectado por el pastoreo, en particular por el erizo morado (*Strongylocentrotus purpuratus*).

La cosecha comercial pudiera afectar la capacidad de regeneración de los mantos, por lo que se considera necesario que se implemente en todos los casos, un sistema de cosecha tipo poda, así como la rotación de zonas con el objeto de favorecer la regeneración de praderas algales sometidas a aprovechamiento comercial, y en los casos en que las praderas de algas hayan desaparecido o disminuido en extensión por cualquier causa (cambios climáticos, cosecha o pastoreo), implementar en lo posible programas de repoblamiento.

Se recomienda continuar con el monitoreo de las cosechas mediante bitácoras que registren el equipo, embarcación, lugar, tiempo y volumen de cosecha, para evaluar periódicamente su biomasa, rendimiento y el esfuerzo pesquero, con el propósito de detectar y diferenciar efectos sobre el recurso que provengan de actividades de cosecha y de la ocurrencia de eventos naturales como El Niño o de otras condiciones medioambientales.

De los cuatro recursos algales que se explotan con regularidad, la cosecha de *M. pyrifera* representa cerca del 30% del potencial total estimado del recurso, mientras que en el caso de *G. robustum*, es cercano al 55% de la biomasa disponible. De *C. canaliculatus* se aprovecha el 13% y de *G. lemaneiformis* cerca del 5% del potencial estimado. En base a lo anterior, en la pesquería de los diferentes recursos algales pudiera incrementarse el esfuerzo pesquero, pero en el caso de *G. robustum*, solamente a través de la incorporación de nuevas zonas de cosecha.

Campos de colaboración

En sus inicios el Instituto Nacional de la Pesca (INP) realizó evaluaciones de biomasa de los recursos y, más recientemente, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del IPN y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la UABC, instituciones con las cuales colabora el INP. En el primero de los casos en el desarrollo de tecnologías de aprovechamiento; y en el segundo, en evaluación química de algunos recursos algales. Actualmente el INP tiene un acercamiento con los concesionarios y permisionarios de los recursos, con la finalidad de dar un mejor seguimiento de las pesquerías.

Líneas de investigación

El CICIMAR-IPN y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), realizan investigaciones relacionadas a la ecología de los mantos de *Macrocystis*, y el IIO ha desarrollado biotécnicas de cultivo de diferentes especies algales de importancia comercial. Los resultados de estas investigaciones podrían ayudar a establecer un programa de repoblamiento de las praderas algales afectadas por la cosecha, por el pastoreo a que están sujetas por el erizo de mar, o cambios en condiciones oceánicas.

En el aspecto tecnológico, tendiente a lograr un mejor aprovechamiento de las praderas naturales de macroalgas, se ha desarrollado tecnología a nivel piloto para la obtención de ficocoloides, alginatos, por el CICIMAR-IPN, carragenanos a través del CRIP-INP de Ensenada, y actualmente está en operación un permiso de fomento para la cosecha de algas con fines alimenticios por parte de la iniciativa privada respaldado por el IIO.

REFERENCIAS

- Abbott, I.A. and G.J. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press. Stanford, California. 827 pp.
- Aguilar Rosas, L.E. 1989. El alga gigante *Macrocystis pyrifera* (Sargazo gigante) en Baja California. BOLETIN DEL IIO DE LA UABC Y en el Periódico de divulgación EL MIRADOR, Junio, Año 2(9):22 19.
- Álvarez-Borrego, S., J.A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M.J. Acosta-Ruiz & R. A. Schwartzlose. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas, 5: 53-71
- Anuario Estadístico de Pesca 2000. Subsecretaría de Pesca. SEMARNAP.

Anuario Estadístico de Pesca. 2004. Conapesca, SAGARPA.

Ballesteros-Grijalva Guillermo; 1992. Ecología de *Gigartina canaliculata* (Harvey) en Baja California, México. Tesis de Maestría en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 54pp.

Bray, N. A. and J. M. Robles. 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. In: J.P. Dauphin and B.R.T. Simoneit (eds.) The Gulf and Peninsular Province of the California. Tulsa, Okla.: Am. Assoc. Petrol. Geol. 834 pp.

Brinkhuis, H.B. 1985. Growth patterns and rates. In Littler M.M. and D.S. Littler (ed.), Handbook of Phycological Methods: Ecological Field Methods: Macroalgae, Cambridge University Press, Cambridge . pp. 461-77..

Casas-Valdez, M. 2001. Efecto de la variabilidad climática sobre la abundancia de *Macrocystis pyrifera* y *Gelidium robustum* en México. Tesis doctoral. Universidad de Colima, México. 133p.

Corona-Grajales Reynaldo, 1985.- Estudio de la producción de *Macrocystis pyrifera* en la costa noroccidental de Baja California. Tesis Licenciatura Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC. 57 p.

De la Campa de Guzmán, S., 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California II, El Sargazo Gigante. Ser. Divulg. Inst. Nac. Pesca, México, 6: 7-10.

DeWreede, R. Y L.G. Green, 1990. Patterns of gametophyte dominance of *Iridaea splendens* (Rhodophyta) in Vancouver Harbour, Vancouver, British Columbia, Canada. J. Appl. Phycol. 2: 27-34

García-Lepe M. Guadalupe; 1995. Estrategias de permanencia y estudios poblacionales del alga roja *Gigartina canaliculata* (Harvey) en Baja California, México. Tesis de Maestría en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 38pp.

Gerard, V.A. 1984. Physiological effects of El Niño on giant kelp in southern California. Marine Biology Letters 5: 317-322.

Guzmán Del Prío, S. A., 1993. Prospección cuantitativa de bancos de *Euclima uncinatum* (Rhodophyta) en el Golfo de California, México. Ciencia Pesquera. INP. N. 10:7-14.

Guzmán Del Prío, S. A., Margarita Casas Valdez, Aurora Díaz Carrillo, Ma. Luz Díaz López, Jorge Pineda Barrera y Ma. Elena Sánchez Rodríguez, 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas de México. Inv. Mar. CICIMAR. 3(2):1-63.

Guzmán Del Prío, S.A., S. De La Campa de Guzmán y J.L. Granados-Gallegos., 1971. El Sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) y su explotación en Baja California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 32 pp 15-49.

Guzmán del Prío S.A., S. De la Campa de Guzmán y J. Pineda Barrera (1974). La Cosecha de algas comerciales en Baja California. Inst. Nac. de la Pesca, Serie de divulgación N. 6. : 1-7 pp.

Guzmán del Prío, S.A. y S. de la Campa de Guzmán., (1969). Investigaciones sobre *Gelidium cartilagineum* en la costa occidental de Baja California, México. Proc. Int. Seaweed Symp. 6:179-186.

Hernández Carmona, G., Rodríguez –Montesinos, Y., Casas-Valdez, M., Vilchis, M., y Sánchez-Rodríguez, I., 1991. Evaluation of the beds of *Macrocystis pyrifera* in the Baja California Península, México III. Summer 1986 and seasonal variation. Ciencias Marinas. 17 pp 121-145.

Hernández Carmona, G., Casas-Valdez, M., Rodríguez –Montesinos, Y., D. L. Arvizu-Higuera y R. Hernández-Valenzuela. (Patente en trámite). Proceso optimizado para la obtención de fibras de alginato de calcio, alginato de sodio y alginato de potasio. CICIMAR_IPN; CRIP-La Paz-SEMARNAP, 14 pp.

Hernández-Garibay, E., Bautista-Alcantar, J.y Guardado-Puentes, J., 2000. Informe Técnico Final (interno), CRIP-Ensenada, INP. 20 pp.

- Hernández-Guerrero C. J., M. Casas-Valdez, S. Ortega-García y S. Hernández –Vázquez, 2000. Effect of Climatic variation on the relative abundance of the red alga *Gelidium robustum* in Baja California Sur, México. J. of Applied phycology 12: 177-183.
- Ladah, L. y Zertuche G. J., 2000. Observaciones en poblaciones del sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) durante “El Niño” 1997-1998 en Baja California, México, Gaseta Electrónica CICESE Ensenada B.C.
- Ladah, L., Zertuche-González, J. y Hernández-Carmona, G. 1999. Giant Kelp (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae) recruitment nears its southern limit in Baja California after mass disappearance during ENSO 1997-1998. Journal of Phycology, 35 pp 155-162.
- Mateus-Valdes, H., 1972. Estudio Integral Tecnológico sobre el aprovechamiento de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh 1820 como complemento alimenticio aviar. Tesis profesional. Esc. Sup. De Ciencias Marinas, UABC, Ensenada Baja California, México. 62 pp.
- McCarthy-Ramírez, R. G., 1988. Crecimiento de *Gigartina canaliculata* Harvey, en dos artes de cultivo, en la región de San Quintín. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, B.C. México. 33pp.
- McHugh, D. J., 1991. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. Hydrobiologia 221: 19-29.
- Molina-Martínez, J. 1986. Notas sobre tres especies de algas marinas: *Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Gigartina canaliculata* de interés comercial en la costa occidental de Baja California, México. Pp. 16-39. En: Contribuciones biológicas y tecnológico-pesqueras. Documento Técnico Informativo N. 3. Secretaría de Pesca, INP, CRIP, Ensenada Baja California. 110 pp.
- Murray, S.N. y M.H. Horn, 1989. Seasonal dynamics of macrophyte populations from an Eastern North Pacific rocky intertidal habitat. Botanica Marina. 32:457-473.
- North, W., 1971. Introduction and background. In: North, W. Ed. The Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. J. Creamer, Leher, pp1-97.
- North, W. Y Zimmerman, R. 1984. Influences of macronutrients and water temperatures on summer-time survival of *Macrocystis* canopies. Hydrobiologia 116/117 pp 419-424.
- North, W., Jackson, G. y Manley, S. 1986. *Macrocystis* and its environment, knowns and unknowns. Aquatic Bot. 26 pp 9-26.
- López-Carrillo Manuel; 1990. Fenología reproductiva de *Gigartina canaliculata* (Harvey) (Gigartinales, Rhodophyta), durante un ciclo anual en el Ejido Eréndira y Popotla, Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 45 pp.
- Pacheco-Ruiz I, and Zertuche-González J.A. 1999. Population structure and reproduction of the carrageenophyte *Chondracanthus pectinatus* in the Gulf of California. Hydrobiol. 398/399: 159-165.
- Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA 1996. The commercially valuable seaweeds of the Gulf of California. Bot. Mar. 39: 201-206.
- Pacheco-Ruiz. I., J.A. Zertuche-González & A.Chee-Barragán. 2003. Commercial harvesting of *Gracilariopsis lemaneiformis* (Rhodophyta) in the Gulf of California, Mexico. Procc. Intl. Seaweeds Symp.Vol. 17, pp. 101-105.
- Pineda- Barrera, J., 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California III. El Pelo de Cochi. Serv. Divulg. Inst. Nac. Pesca, México 6: 1-5.

Zertuche-González, J.A. 1989. Las macroalgas y el desarrollo de su cultivo. Cap. 11:319-337. En : Temas de Oceanografía Biológica en México (Rosa-Vélez, J. De la y F. González-Farías, eds.). Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 337 pp.

Zertuche-González JA (1993) Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México. In Zertuche-González J. A. (ed), Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. FAO. México: 33-37.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Mejillón
 La pesquería de Mejillón
 La pesquería de Mejillón

Mejillón del
 Océano Pacífico

Mejillón
 Mejillón
 Mejillón
 Mejillón

Mejillón

BREVIARIO

Mejillón del Océano Pacífico	
Especie:	Mejillón (<i>Mytilus californianus</i>, <i>M. edulis</i> y <i>M. galloprovincialis</i>). • Los mejillones poseen sexos separados y generalmente desovan desde fines de otoño hasta principios de verano. • Como alimento representan un gran valor nutritivo. • Su distribución está limitada por las bajas temperaturas en el norte y las altas temperaturas en el sur.
Tendencia de la captura:	Captura 1968-1981 y 1993, La captura promedio anual durante el período completo fue de 273.55 toneladas.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	El método descrito por Gulland y el modelo de Schaefer.
Estado de la Pesquería:	Pesquería aprovechada al máximo sustentable. (DOF-15.03.2004)
Medidas de manejo:	Estimar una cuota de captura mediante una evaluación de biomasa de la población.
Objetivo de las medidas:	Generar conocimientos que permitan desarrollar y mantener una pesquería sustentable.



Mejillón del Océano Pacífico

**Alfredo Cota Villavicencio,
Eduardo Vázquez Solórzano
y Javier Molina Martínez**

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada
Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5. C.P. 22760
Ensenada, B.C., México

LA PESQUERÍA

Importancia

La producción de mejillón a nivel mundial ha aumentado de importancia. En el periodo de 1996 a 2002, la captura se ha mantenido entre 203,000 tm y 276,000 tm. En relación al cultivo, se observan incrementos de 1,095,000 tm a 1, 445,000 tm, generando un valor promedio durante este periodo de 101 y de 557 millones de dólares por la captura y el cultivo respectivamente (FAO 2002).

En México, los moluscos se han aprovechado de manera intensa con la consecuente disminución de su abundancia; sin embargo, la demanda en el mercado y la necesidad de recuperar estas existencias ha propiciado el desarrollo de tecnologías para el cultivo de estas especies con un alto valor comercial y nutricional.

En el caso del mejillón (Figura 1), representado en nuestras costas por *Mytilus californianus* y *M. edulis*, presenta un gran potencial económico (Salas y García 1987; García y Reguero 1987). Ambas especies constituyen un importante recurso para consumo humano con amplias posibilidades de cultivo en la costa occidental de Baja California.

La especie *M. californianus* ha sido cosechada en la costa noroccidental de la Baja California por mucho tiempo (Téllez 1987); los primeros registros de su cosecha datan de 1962 (Subdelegación Delegación Federal de pesca en B. C.) continuándose en la actualidad con su aprovechamiento comercial. Existen otras especies como *M. galloprovincialis* que junto con *M. californianus* están siendo sometidas a semi cultivo, debido a su alto índice de crecimiento, buen tamaño y demanda del mercado nacional (Chi y García 1983; García y Monje 1981). Ambas especies representan fuentes de empleo y son generadoras de divisas.

Varios moluscos, entre ellos los mejillones, han sido colectados por el hombre desde la antigüedad (Mateus 1978; Téllez 1987), lo que se comprueba por los depósitos de conchas que se han encontrado en nuestras costas, que datan de varios miles de años (León-

Portilla,1983). En la actualidad, los mejillones se han utilizando como una fuente alimenticia de subsistencia, lo que representa un porcentaje mínimo de las capturas de todos los moluscos que se pescan en México (Baqueiro 1992, Cáceres y Figueras 1997).

La pesquería de mejillón se desarrolló en Baja California a principios de la década de mil novecientos sesenta, como una actividad de pescadores ribereños que aprovechan su abundancia y fácil colecta, lo que trajo como consecuencia una sobre explotación de los bancos tradicionalmente conocidos, motivando la explotación de nuevos bancos. En contraste, la explotación de mejillón se redujo con la inclusión de nuevas pesquerías con un valor comercial mayor, como la del erizo o el pepino de mar. Como alimento representa un gran valor nutritivo, ya que contiene más proteína que otros moluscos como las almejas y ostiones (Bernaldez 1987).



Figura 1. Mejillón *Mytilus* (Fotografía de Liza Vázquez Elina).

Biología

Los bivalvos conocidos como “mejillón “ o “choros “ en México, están distribuidos desde las islas Aleutianas en Alaska hacia el sur en el pacifico central de México. En nuestro país se presentan a lo largo de las costas de Baja California, desde la línea fronteriza hasta la isla del Socorro, Colima (Suchanek 1981; Shaw *et. al* 1988; Dittman y Robles 1991; Gosling 1992; Harbo 1997). Diversos autores mencionan que su distribución está limitada por las bajas temperaturas en el norte y las altas temperaturas en el sur (Seed 1976; Shaw *et.al*. 1988; Gosling 1992). En México, se distribuyen diferentes especies del género *Mytilus*, de los cuales *Mytilus californianus* y *M. edulis*, tienen un gran potencial económico (García y Reguero 1987) (Figura 2).

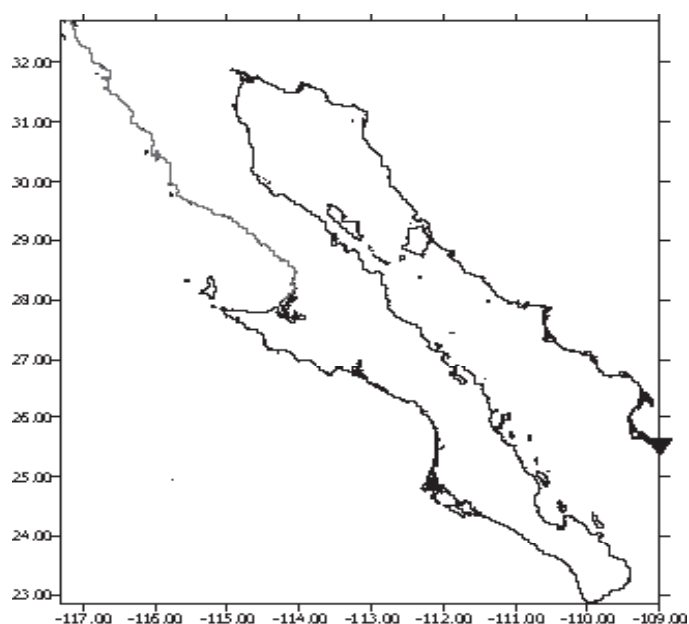


Figura. 2. Distribución de mejillón *Mytilus* spp. en la costa occidental de Baja California, México.

Los mejillones son moluscos bivalvos, que pertenecen al Phylum Mollusca, la Clase Bivalvia, Subclase Pteriomorphia, Orden Filibranchia, Suborden Mytilacea y Familia Mytilidae (White 1937; Yonge 1976).

En México en las provincias Californiana y Panamíca ocurren diferentes especies de mejillón de la Familia Mytilidae y Género *Mytilus*, como son: *M. californianus* Conrad, 1837 con una distribución desde Islas Aleutianas a las Islas Socorro y costa de Sonora, México; *M. edulis* Linnaeus, 1758 se distribuye desde Alaska hasta Baja California; a *M. galloprovincialis* Lamarck, 1810 (mejillón del Mar Mediterráneo), se le ha encontrado en el sur de California y *M. trossulus* Gould, 1850 se le ha encontrado desde Siberia hasta el centro del estado de California, E. U. A. (Saver y Foltz 1993).

M. edulis por muchos años se consideró como una especie, mediante estudios de variación alozómica se encontró que presenta un complejo con tres linajes evolutivos diferentes genéticamente con una amplia distribución geográfica; clasificándose como: *M. edulis*, *M. galloprovincialis*, y *M. trossulus*; en áreas donde las últimas dos especies están en contacto se presenta una hibridación (Saver y Foltz 1993; Lobel *et al* 1990). Existen otras especies de mejillones menos importantes pero con un gran potencial que pertenecen a los Géneros *Brachidontes*, *Choromytilus*, *Mytella*, *Septiger*, *Crenella*, *Gregariella*, *Lioberus*, *Lithophaga*, *Adula*, *Modiolus*, *Amygdalum*, *Botula* (García y Reguero 1987).

El mejillón *M. californianus*, presenta generalmente una concha desigual, triangular (White 1937; Gosling 1992) se distingue de otras especies de su género por el grosor de su concha con costillas radiales bien marcadas; la carne de *M. californianus* es de color anaranjado comparado con el color café cremoso de las otras tres especies más comunes de su género. Esta especie posee un órgano bisal con hebras bisales, comunes al orden, con las cuales se fija al sustrato, y en el caso de *M. californianus*, son mucho más fuertes que en las otras especies de *Mytilus*. Para diferenciar entre el género *Mytilus* y otros relacionados, se utiliza la presencia de los músculos abductores anterior y posterior, conjuntamente con la arruga elástica saliente articulada y la charnela dentada (Gosling 1992). Son filtroalimentadores

con un enorme poder de bombeo para alimentarse de plancton y, tienen la particularidad de fijarse a sustratos sólidos utilizando su órgano bisal. Algunas especies de *Mytilus* pueden alcanzar hasta los 27 centímetros de longitud (Chan 1973), dependiendo de la disponibilidad del alimento y de las condiciones ambientales.

El mejillón se encuentra en densas agregaciones a lo largo de las costas del Pacífico de Baja California. Habita sustratos rocosos que están expuestos a la acción de las mareas y oleaje en la zona intermareal, aunque se le encuentra a profundidades hasta de 12 metros (Fitch 1953; Berry 1954; Bernaldez 1987). En los sitios donde se encuentran los bancos más abundantes comprendidos entre Jatay y El Rosario B. C., la temperatura del agua varía de los 13°C a los 17 °C con una salinidad promedio de 35.5 ‰ (Salas y García 1987; Fernández y Aldeco 1981) y se encuentran en un rango de marea promedio de ± 2.0 m (Gutiérrez y González 1989). Los bancos de mejillón ocurren principalmente en zonas de surgencias de aguas frías del Pacífico, ricas en nutrientes, ocasionando un buen crecimiento de los organismos (Dawson 1951; Cota 1972).

Los mejillones poseen sexos separados y generalmente desovan desde fines de otoño hasta principios de verano, influenciados por el incremento de la temperatura del agua. La fertilización es externa, el huevo fertilizado se convierte en una larva nadadora en pocos días; dependiendo de los factores físico-químicos, permanece en vida planctónica por un período aproximado de seis semanas. Posteriormente se da una metamorfosis, dejando la vida planctónica y procediendo a fijarse en una superficie sólida, lo cual ocurre generalmente en zonas someras alrededor de 0 a 5 m de profundidad, aunque puede ocurrir hasta los 12 m. El crecimiento depende principalmente de la disponibilidad de alimento (Yamada y Peters 1988; Yamada y Dunham 1989). La postlarva prefiere fijarse a otros mejillones, ya sean *M. edulis* o *M. californianus*, más que colonizar barras rocosas libres (Yamada y Peters 1988).

Se ha estimado que las áreas que han sido despobladas de *M. californianus* les tomará entre 5 y 100 años para recolonizarlas; en contraste, pequeñas zonas entre camas de mejillón son ocupadas rápidamente debido a la presencia de adultos en ambos extremos (Yamada y Dunham 1989). Estos organismos prefieren zonas expuestas a las protegidas, probablemente por su intolerancia a la baja salinidad y a la sedimentación (Yamada y Peters 1988). Los factores más importantes que determinan su rápida recuperación son: espacio disponible, bajo disturbio; estación del año en la cual se presenta el disturbio; altura de la cama de mejillones en relación con el nivel del mar; ángulo del sustrato; edad e intensidad del asentamiento de larvas, siendo muy importante el ángulo del sustrato no solo para la recuperación sino para la fijación de las larvas (Seed y Suchanek 1992). En relación con factores ambientales, la temperatura influye más para *M. californianus* (estenotérmica) en comparación con *M. edulis* (Seed y Suchanek 1992).

La especie *Mytilus californianus* es dioica con una proporción de sexos casi constante (1:1) (Seed y Suchanek 1992). La composición por sexos encontrada por Salas y Oliva (1983) en Eréndira, B. C. fue de 1.3:1 (M:H) y puede variar según el sitio de colecta. Es una especie con alta fecundidad; se ha estimado que una hembra pone de 5 a 12 millones de huevos por año (Seed 1976; Widdows 1991). La fertilización es externa y su desarrollo presenta metamorfosis a través de fases larvales planctónicas (trocófora, véliger, veliconcha, pedivéliger), una post larva llamada plantígrado, la cual dura entre 3 y

5 semanas, dependiendo de la temperatura y de un sustrato para fijarse, tiene preferencia por sustratos complejos cubiertos preferentemente de algas filamentosas y los bisos de los mejillones adultos. Si no encuentra un sustrato adecuado, se presentan altas mortalidades en este período (Lutz y Kennish 1992; Bayne 1964).

En *M. californianus* la edad de primera madurez se desconoce; se sabe que *M. edulis* desova al primer año de vida y según Seed (1976) es altamente variable y puede depender de la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento. Coe y Fox (1942), reportan que *M. californianus* desova por primera vez a los 70 mm de longitud de concha en el sur de California y es un desovador parcial durante todo el año con desoves principales en primavera y otoño (Seed y Suchanek 1992). Hoyos (1988), describe ampliamente la fecundidad y esfuerzo reproductivo del mejillón *M. californianus*. El estudio muestra los cambios de la fracción volumétrica ocupada por los óvulos maduros (FVOM) en el periodo de diciembre y enero, los datos son de la FVOM expresada como porcentaje y volumen real estimado para las tallas de 9 y 10 cm de manera independiente y combinada (Tabla 1). En la FVOM de diciembre, para la talla de 10 cm de longitud de concha se observa una disminución de 38.57%; y los organismos de 9.0 cm presentan una disminución de un 28.5 %. De manera combinada en ambas tallas, el decremento fue de 34.4%.

Tabla 1. Relación volumen de óvulos maduros y volumen total de la gónada de *M. californianus* obtenidos por estereología (Hoyos 1988).

Talla cm	Diciembre 1979 %	Área de la gónada antes del desove cm	Enero 1980 %	Área de la gónada después del desove cm
9.0	35.37	2.71	6.87	0.15
10.0	40.38	2.92	1.81	0.05
9.0 + 10.0	38.38	2.83	3.98	0.09

Analizando los decrementos estimados por el método de este reología y el análisis del peso seco de la gónada, se determinó que las hembras de 9 cm de longitud de concha desovaron aproximadamente 13.5×10^6 huevos y las de 10 cm desovaron 16.5×10^6 huevos (Hoyos 1988).

Hoyos (1988) reporta en su estudio la relación de fecundidad-longitud ($F = a L^b$) y la relación peso seco total-fecundidad ($F = a P^b$), mostrándose los valores de los parámetros en las Tablas 2 y 3 respectivamente.

Tabla 2. Relación fecundidad-longitud para *M. californianus* en las áreas I y II del Ejido Eréndira B. C. (Hoyos 1988).

Hembras área I	Log a = -3.251± 0.126	b = 3.358 ±0.126	R ² = 0.99	N = 11
Machos área I	Log a = -3.186 ± 0.224	b = 3.397 ± 0.239	R ² = 0.97	N = 11
Hembras área II	Log a = -3.031± 0.161	b = 3.234± 0.171	R ² = 0.97	N = 11
Machos área II	Log a = -2.813± 0.189	b = 3.044± 0.201	R ² = 0.96	N = 11

Tabla 3. Relación fecundidad-peso seco total para *M. californianus* en las áreas I y II del Ejido Eréndira B. C. (Hoyos 1988).

Hembras área I	Log a = -0.667 ± 0.008	b = 1.28 ± 0.014	R ² = 0.99	n = 11
Machos área I	Log a = -0.561 ± 0.039	b = 1.29 ± 0.065	R ² = 0.97	n = 11
Hembras área II	Log a = -0.572 ± 0.041	b = 1.28 ± 0.063	R ² = 0.97	n = 11
Machos área II	Log a = -2.813 ± 0.048	b = 1.29 ± 0.074	R ² = 0.96	n = 11

El reclutamiento de los mejillones se mantiene a lo largo del año, con dos máximos de diferente intensidad, uno muy importante de diciembre a marzo y el segundo con menor intensidad en agosto (Salas y Oliva 1983).

El mejillón tiene varios depredadores importantes como son el gasterópodo *Acanthina lugubris*, con tasas de depredación altas, sobre todo en los meses de julio (0.027 mejillones caracol⁻¹ día⁻¹), agosto (0.025 mejillones caracol⁻¹ día⁻¹) y noviembre (0.22 mejillones caracol⁻¹ día⁻¹) (Salas y Oliva 1983). Otro depredador importante es la estrella de mar *Pisaster ochraceus* y *P. giganteus*, además de cangrejos y peces, que determinan el límite inferior de la distribución del mejillón (Paine 1974). Chi y García (1983) encontraron un cangrejo parásito, *Fabia subquadrata*, dentro de la cavidad del manto observando una variación estacional definida en su aparición. Bower (1992) reportó que este huésped no causa daño directo pero si reduce su tasa de crecimiento.

Los principales factores que limitan la distribución vertical del mejillón se presentan en el nivel superior del litoral, esto es, las altas temperaturas y el tiempo de exposición durante la baja marea; mientras que en el nivel inferior el factor limitante es la predación. La densidad de organismos y las tallas son más alta en el nivel medio inferior de la zona entre mareas. Este gradiente se asume que es debido a que el hombre no tiene fácil acceso a estas áreas y el recurso se encuentra ubicado en un lugar con mejores condiciones ambientales (Hoyos 1988). La distribución espacial de los juveniles es principalmente de tipo contagiosa, mientras que la de los adultos tiende a ser aleatoria (Chi y García 1983; Salas y Oliva 1983). En Eréndira, B. C. las densidades mensuales promedio varían entre 2,240 y 6,627 organismos m⁻² (Chi y García 1982) con una estratificación espacial, de 2,964 organismos m⁻² en la zona supra litoral; 5,842 organismos m⁻² en el mesolitoral y 1,408 organismos m⁻² en la zona infralitoral (Salas y Oliva 1983). Vázquez y Molina (2004) encontraron una densidad promedio de 1,070 organismos m⁻² en Jatay y Bajamar, B. C. durante junio de 2004.

En el ejido Eréndira, B. C., se estimó una biomasa mensual de *M. californianus* con valores promedio mínimos de 13.8 kg m⁻² y máxima de 35.4 kg m⁻² durante enero y diciembre, respectivamente (Chi y García 1983). Vázquez y Molina (2004) reportaron datos de biomasa de 11.5 kg m⁻² y 15.6 kg m⁻² en Jatay y Bajamar respectivamente en junio de 2004.

Se tiene muy poca información con relación a la estructura de la población contando solamente con evaluaciones puntuales. Vázquez y Molina (2004), realizaron una estimación

de abundancia y determinaron la estructura por tamaño y peso de *M. californianus* en Jatay y Bajamar, B. C. En la Figura 3 se observan dos modas predominantes que van muy por arriba de la talla mínima de colecta sugerida que es de 80 mm de longitud de concha.

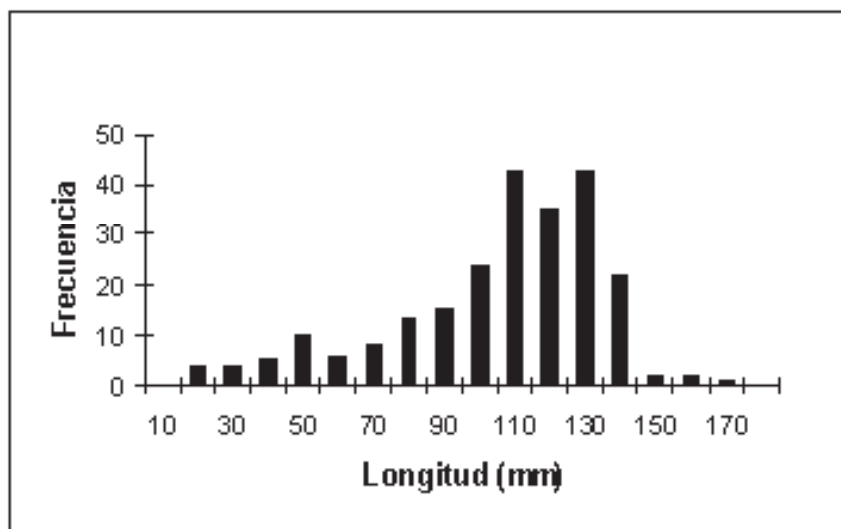


Figura. 3. Distribución de clases de longitud de *M. californianus* en Jatay, B. C..

Las Figuras 4 y 5 muestran la relación peso entero-longitud y longitud-peso carne de mejillón (Vázquez y Molina 2004).

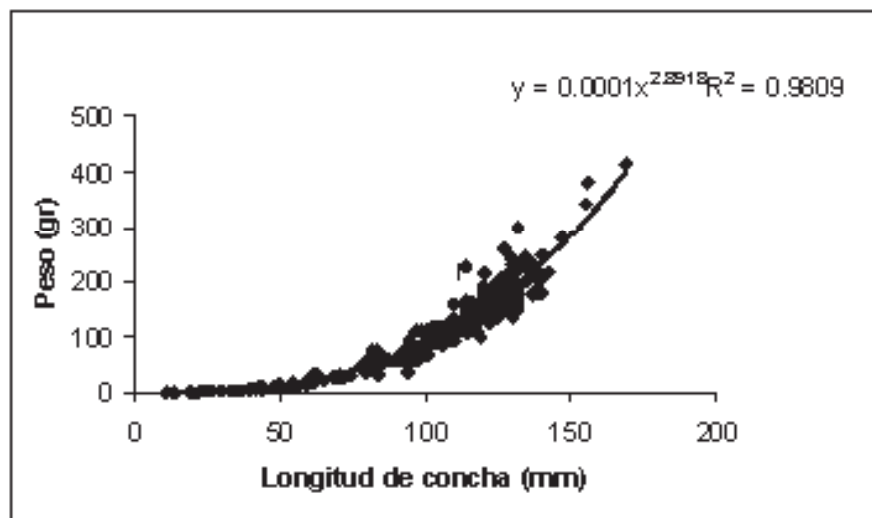


Figura 4. Relación longitud-peso entero de *M. californianus* en Jatay, B.C.

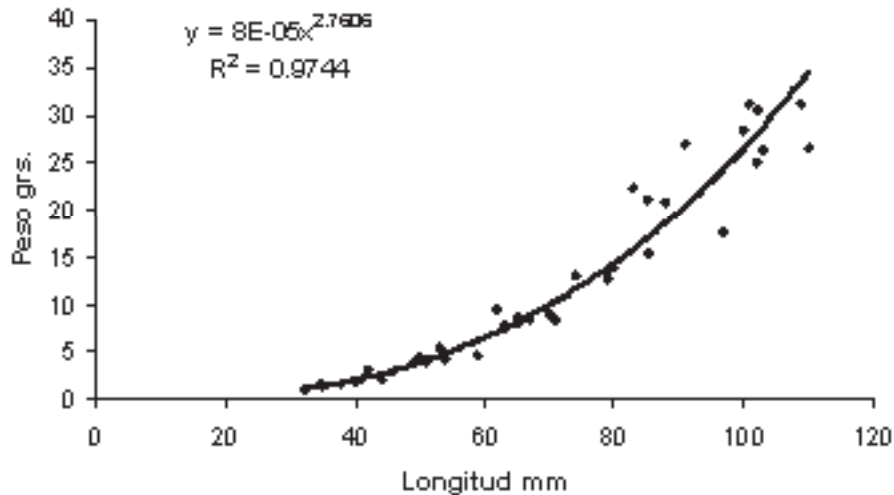


Figura 5. Relación longitud–peso carne del mejillón *M. californianus* en junio de 2004, en Jatay B.C.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La extracción del recurso se realiza durante la marea baja utilizando un tubo con un pedazo de muelle soldado en un extremo, el cual hace la función de una espátula para desprender los racimos de mejillones y posteriormente colocarlos en un costal para transportarlos a las plantas procesadoras, donde se seleccionarán los de tamaño superior a los 7 cm de longitud de concha.

Tendencias históricas

La cosecha comercial de mejillón se inicia partir de 1962 (Subdelegación Federal de Pesca en B. C.) con 110 t de peso entero alcanzando tres máximos importantes, en 1968, 1981 y 1993 con 970, 825 y 738 t, respectivamente. La captura promedio anual durante el periodo completo fue de 273.55 toneladas (Figura 6).

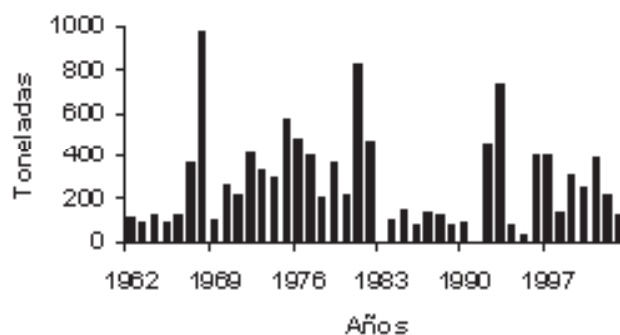


Figura 6. Serie histórica de cosecha de *M. californianus* (t de peso entero) en Baja California (Fuente: Subdelegación de Pesca de B.C.).

Las grandes variaciones de las cosechas, posiblemente reflejan una inestabilidad debida a que las zonas de fácil acceso para su explotación, se han limpiado totalmente, quedando bancos cuya explotación es bastante riesgosa y/o muy costosa, por encontrarse en lugares de difícil y lejano acceso (Bernaldez 1987).

Interacción con otras pesquerías

El instrumento que actualmente se utiliza para remover el mejillón (un muelle soldado a un tubo) arrasa toda el área, remueve adultos y juveniles, tanto de mejillones como de otras especies, por lo que sería más recomendable utilizar otro procedimiento de extracción como puede ser el cuchillo o a mano.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura

Existe una planta de procesamiento en construcción en Ensenada, B. C. que tendrá una capacidad para procesar alrededor de 3 t diarias de peso entero; se espera que esta planta sea capaz de procesar la producción total de semi cultivo.

Indicadores económicos

El número de permisos otorgados ha disminuido de manera importante, siendo para el año de 2003 tres permisos para extracción de mejillón silvestre y de cuatro para semi cultivo (Tabla 4). Ésta pesquería genera alrededor de 70 empleos de manera directa e indirecta en zonas alejadas de zonas urbanas. La producción en promedio es de 500 kg de peso en carne por semana con un valor en el mercado de \$3,243 dólares estadounidenses.

Tabla 4. Permisos comerciales y de cultivo de mejillón en Baja California durante 2000 a 2004 (Fuente: Subdelegación Estatal de Pesca en Baja California)

Año	Número de permisos en Baja California	Mejillón semi cultivado
Mejillón silvestre		
2000	7	
2001	4	
2002	2	
2003	3	4
2004	3	4

Cultivo

La familia *Mytilidae*, a nivel mundial, por su amplia distribución, ocupa el primer lugar en las estadísticas de la producción de cultivos (Hickman 1992). Su alta fecundidad y su fase larval

móvil ha influido en los métodos tecnológicos para su cultivo.

Existen dos métodos que se utilizan en la actualidad a nivel mundial, cultivos en sustrato y cultivos en suspensión.

El cultivo en sustrato es ampliamente usado en Europa y consiste en transferir mejillones de áreas con gran abundancia a áreas de cultivo en las que se puede colocar de tal manera que la densidad sea baja y permita un crecimiento rápido y un peso adecuado. El cultivo en suspensión es bastante variado, utilizándose “Bouchots”, postes, estructuras y balsas con líneas y líneas suspendidas en la superficie (Hickman 1992).

En Baja California se utiliza el método de balsas, dentro de la Bahía de Ensenada, B. C., en donde las operaciones más importantes en el cultivo son la captación de semilla, la siembra, el desdoble y la cosecha. La semilla del mejillón se obtiene del medio natural colocando cuerdas colectoras en la época de reproducción. Las cuerdas se colocan en las balsas y permanecen en ese sitio hasta que la semilla alcanza 2 cm. En seguida se procede a la operación de siembra, las cuerdas colectoras se trasladan a tierra, se desprende la semilla y se procede a la engorda. Se coloca en la cuerda de cultivo la cantidad deseada de semilla por medio de una red plástica tubular, las cuerdas llevan alrededor de 20 kg de semilla y deben colgarse del emparrillado de la balsa el mismo día. El rápido crecimiento obliga a reducir la densidad de organismos para evitar competencia por espacio y alimento. Generalmente la densidad disminuye a la mitad, por lo que se le llama desdoble. La cosecha se lleva a cabo entre 1 y 3 años dependiendo del tamaño de la semilla (Chi y García 1987).

Destino y presentación del producto.

El mejillón de cultivo se cosecha y se trae a la planta procesadora donde se inicia su procesamiento con un lavado con agua a presión, se limpia de sustancias adheridas como son algas e invertebrados. Se separan los mejillones y se someten a un segundo lavado para queden completamente limpios.

Se empacan en bolsas tipo red de nylon y el producto fresco vivo es transportado en cajas de polietileno con hielo, en avión, al mercado nacional. Otro proceso es el cocido a vapor donde se comercializa en recipientes de plástico o al alto vacío en bolsas de plástico (Irene Zambrano C. Aqua Lap S. A. de C. V. *com. pers.*). En el mercado local los volúmenes extraídos se destinan para el consumo humano en estado fresco o procesado generalmente ahumado y enlatado en diferentes presentaciones (Carlos La Puente Aqua Lap S. A. de C. V. *com. pers.*).

MANEJO

Medidas administrativas

En la actualidad no se tienen medidas de regulación para su manejo. Se sugiere como medida precautoria fijar una talla mínima de captura de 80 mm de longitud de concha tomando como base el estudio de Coe y Fox (1942), donde estimaron una talla de 70 mm en la cual *M. californianus* presenta su primer desove en el sur de California.

Para su cosecha se ha recomendado no extraer organismos juveniles para permitir que quede una porción del parche y dejar individuos para la fijación de nuevos organismos; extraer organismos de manera individual; además de presentar un informe detallado de las cosechas obtenidas.

Análisis cuantitativo

Modelos apropiados para su manejo son difíciles de encontrar o aplicar por la falta de información; particularmente sobre composición por edades, crecimiento, mortalidad y de una unidad de esfuerzo. De momento la única posibilidad es el uso de la información que se obtiene de las estimaciones de biomasa tomadas directamente de los bancos y aplicar algún método sencillo que permita generar un punto de referencia biológico para su manejo.

El método descrito por Gulland (1983), aunque poco robusto, puede resultar una herramienta útil al proporcionar un estimado inicial del RMS (Rendimiento Máximo Sostenible) partiendo del supuesto de que el rendimiento está proporcional al esfuerzo de pesca, en base al modelo de Schaefer, con una tasa de mortalidad por pesca igual a la mortalidad natural.

La fórmula general del estimador es:

$$RMS = X * M * B_{\infty}$$

donde:

X = es un factor de escala para diferentes razones entre B_{RMS} y la B_{∞} .

M = es la mortalidad natural.

B_{∞} = es la biomasa virgen del banco.

En caso de existir explotación en vez de usar M se recomienda utilizar el valor de Z (mortalidad total).

La determinación de edad en el mejillón es difícil, ya que las marcas en la concha se pueden deber a un número grande de eventos tales como: temperatura, el tipo de alimento disponible, la exposición a las bajas mareas, entre otras (Coe y Fox 1942). Haskin (1954) sugirió que para determinar la edad en moluscos, existen tres técnicas como son frecuencia de tallas, el seguimiento de líneas en la concha y estudios de marcado. Generalmente el método de análisis de frecuencias por tallas, ha sido más utilizado para determinar grupos de edad en muchas especies de moluscos, por la facilidad de su aplicación. En el caso del mejillón, Salas y Oliva (1983) utilizaron este método para la separación de grupos de edad. La edad máxima que alcanza esta especie es desconocida por carecer de marcas de crecimiento en la concha. En la Harger (1970) determinó que en el estado de California alcanza los 70 mm en un término de 2 a 3 años, en la zona de entre mareas baja y de 7 a 8 años en la zona de entre mareas alta.

El crecimiento del mejillón varía de acuerdo a la disponibilidad del alimento, grado de exposición durante las bajas mareas, diferencias en el crecimiento de organismos de la misma clase anual localizados a diferentes niveles de profundidad, así como con el grado de aglomeración dentro del mismo racimo (Yamada y Peters 1988). Coe y Fox (1942) encontraron en el sur de California en la zona sub mareal para *M. californianus* con tallas

menores a 30 mm, tasas de crecimiento de 3.75 a 5.0 mm mes⁻¹, para el intervalo 40 a 70 mm una tasa de 2.67 a 3.83 mm mes⁻¹, para mayores a los 70 mm tasas de 1.17 a 2.0 mm mes⁻¹. De acuerdo a Seed (1976) en *M. californianus* se presenta una tendencia a disminuir la tasa de crecimiento a medida que se alcanza la etapa adulta. En relación con tallas, se han encontrado organismos superiores a los 60 mm con edades de 2 a 3 años (Lutz 1976). De los pocos trabajos de estudios de crecimiento realizados en Baja California esta el de Chi y García (1983) en el que utilizan la distribución de tallas, determinan grupos de edad y, mediante el modelo de Von Bertalanfy los parámetros de crecimiento para *M. californianus*, con un valor de $L_{\infty} = 163.22 \text{ mm}$, $t_0 = 0.25 \text{ mm año}^{-1}$, $K = 0.409 \text{ año}^{-1}$.

La literatura señala que la mortalidad es muy alta; sus causas pueden ser por una prolongada exposición a temperaturas extremas, baja salinidad, sedimentación, acción del oleaje, depredación, enfermedades y parásitos (Seed 1976). Jorgensen (1981) dio seguimiento a una cohorte de *M. edulis* a lo largo de su etapa planctónica y encontró una mortalidad diaria de 13%, concluyendo que entre más tiempo permanece en la fase planctónica, más alta su mortalidad y por lo tanto su reclutamiento es más bajo.

Se tienen pocas estimaciones de la tasa de mortalidad total, por pesca y natural. Chi y García (1983) calcularon la pendiente de la curva de captura, utilizando la composición por tallas y determinaron una tasa de mortalidad total anual (Z) de 1.26 con una tasa de sobrevivencia (S) de 0.2836 para 1982. Salas y Oliva (1983) realizaron un trabajo de marcado en el nivel superior de la marea cubriendo un período de un año, encontrando tasas de mortalidad altas en los organismos marcados durante los meses de julio y agosto con 15.3% y 14.6% respectivamente.

De acuerdo a Suchanek (1981), en casos de poblaciones sin ningún disturbio, estas pueden persistir entre 50 y 100 años.

Estado Actual de la Pesquería de mejillón

La Carta Nacional Pesquera (DOF 15 de marzo de 2004) la cataloga como una pesquería aprovechada al máximo sustentable y sugiere no incrementar el esfuerzo pesquero nominal así como disminuir la mortalidad por pesca para *M. californianus* y *M. capax*. La misma Carta menciona evitar cosechar los racimos completos y no dañar las especies asociadas al sustrato para proteger a los mejillones juveniles y demás especies. También se tomarán las medidas necesarias si disminuyen las capturas menos de 200 t.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Se carece de medidas de manejo, pero algunos trabajos de investigación realizados sobre recolonización sugieren que la recuperación de un stock después de una perturbación fuerte (explotación por ejemplo), requiere de varios años su recuperación (Salas y Olivas 1983).

Estos autores indican además que una rápida recuperación se puede lograr dejando parches de mejillón adulto en las áreas explotadas, para que los reclutas se fijen a los bisos de estos mejillones. Es importante hacer notar que los bancos de mejillón de alguna manera están intercomunicados mediante la dispersión de las larvas entre ellos, constituyendo un sistema metapoblacional (Hansky y Gilpin 1991).

Entre las posibles medidas de control que se podrían considerar, y que son comunes en casi todos los invertebrados, se pueden mencionar la talla de primera captura, un plan de cosecha de tipo rotativo, cuotas de captura, vedas y el regular el método de colecta. La talla mínima legal es un instrumento de manejo útil, que permite proteger organismos pequeños. También como medida de manejo se debe considerar una talla máxima ya que los adultos ayudan a mantener una tasa de reclutamiento alta. En este caso se sugiere considerar a organismos con talla superior a los 70 mm. Un plan de cosecha rotativo, permitirá que en un periodo de tiempo relativamente pequeño, se recupere el banco. Algunos estudios realizados señalan que un banco se puede recuperar en un plazo de 2 a 3 años, siempre y cuando se dejen parches de mejillón adulto (Carlos Pares Sierra Subdelegado de Pesca en B. C. *com. pers.*).

Estimar una cuota de captura mediante una evaluación de biomasa de la población sería conveniente ya que permitirá obtener información más precisa de las zonas de pesca. La veda estacional podría considerarse tomando en cuenta los meses de máxima reproducción o con un bajo índice de condición biológica (por ejemplo en los meses de invierno). Se recomienda utilizar el cuchillo como instrumento para remover el mejillón. El instrumento que actualmente se utiliza para remover el mejillón durante la cosecha o bien la recolecta a mano.

Campos de colaboración

La experiencia que se ha tenido con diversos recursos de moluscos en México sugieren que es necesario establecer mecanismos de coordinación con otras instituciones de investigación locales y nacionales; con el objeto generar conocimientos que permitan desarrollar y mantener una pesquería sustentable. Un ejemplo de las bondades de este tipo de interacción son las biotecnologías de cultivo y semi cultivo desarrolladas por instituciones como el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la UABC, el CICESE y de empresas particulares, donde ya existen acuerdos específicos de colaboración con el INP..

Líneas de investigación

El CICESE y el IIO realizan estudios sobre la ecología de los bancos de mejillón y de su fauna acompañante, con el objeto de mejorar las técnicas de cultivo. En cuanto a la pesquería no existen trabajos de investigación recientes o en proceso por parte de alguna institución de investigación.

REFERENCIAS

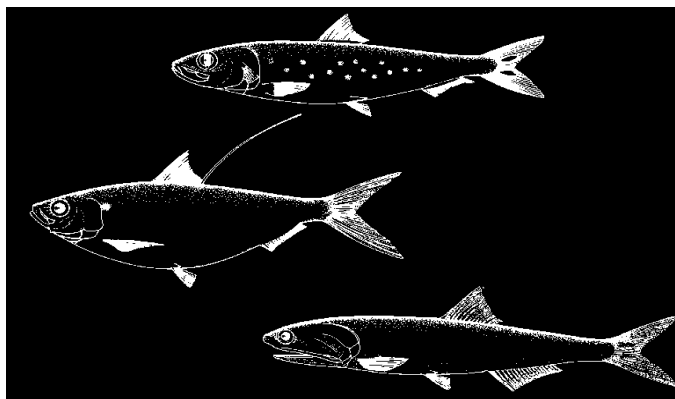
- Baqueiro, E. (1992). Manual y métodos de muestreo y evaluación de poblaciones de moluscos y otros recursos bentónicos. Secretaría de Pesca. Inst. Nal de la Pesca 73 p
- Bayne, B. L. (1964). Primary and secondary settlement. In *Mytilus edulis* L. (Mollusca). J. Anim. Ecol. 33: 513-523 pp.
- Bernaldez, C. A. (1987). La pesquería del Mejillón en Baja California. AcuaVisión No. 10: 30-32 pp.
- Berry, S.S. (1954). On the supposed stenobathic habitat of the California sea mussel. Cal. Fish Game 40 (1): 69-73.
- Bower, S. M. (1992). Diseases and parasites of mussels. Páginas In: E. M. Gosling (editor): The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Caceres-Martinez, J. and Figueras, A. (1997). The mussel, oyster, cockle, clam and pectinid fisheries of Spain. p 165-190. In C..L. Mackenzie *et.al.* eds The history, present condition and future of the molluscan fisheries of north, and central America and Europe Vol.3 Europe NOAA Tech.Rep.NMFS129.
- Chan, G. L. (1973). Subtidal mussel beds in Baja California, with a new record size for *Mytilus californianus*. Veliger 1:239-240 pp.
- Chi, B. G. y García P. F. (1983). Estudios preliminares sobre la biología, ecología y explotación comercial de *Mytilus californianus* en Baja California. Tesis de Licenciatura, Ciencias Marinas, U. A. B. C. 120 p.
- Chi, B. G. y García, P. F. (1987) Cultivo Comercial del Mejillón en Baja California .AcuaVision año II No. 10 27-29 pp.
- Coe, W. R. and Fox, D. L. (1942). Biology of the California Sea Mussel (*Mytilus californianus*). I.- Influence of temperature, food supply, sex and age on rate growth. Journal of Experimental Zoology. Vol. 90, (1):30 p.
- Cota, V. A. (1972). Estudio Oceanográfico Químico de una zona de surgencia en Punta Banda, Baja California. Tesis de Licenciatura, E. S. C. M.; U. A. B. C. 45 p.
- Dawson, E. Y. 1951 A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, Mexico. J.Mar.Res.10:39-58 pp.
- Dittman, D.E. and Robles, C. (1991). Effect of algal epiphytes on the mussel *Mytilus californianus*. Ecology 72:286-296 pp.
- Fernandez, E. y Aldeco, J. (1981) Estudio de algunos parámetros hidrológicos en una zona costera de Erendira, B.C. Fac. de Ciencias Marinas, UABC Tesis Profesional 45 pp.
- F. A. O. (2002). Anuario, Estadísticas de Pesca. Vol. 90/1 704 p.
- Fitch, J. E. (1953) Common Marine bivalves of California. Calif. Dept. Fish Game Fish. Bull,19,102 p.
- García, P. L. y Monje, F. J. (1981). Cultivo en Erendira, B. C. de *Mytilus californianus*, y *M. edulis* p. 231-260. En: Bivalvos de Baja California. Sección Mejillón Mejillón. III Informe 1980-1981 tomo 2. U. A. B. C. I.I.O. S.E.P.
- García, C.A. y Reguero, J. (1987). Conocimiento actual de los mitilidos tropicales de México. p.139-165. In Mejillón marisco rico en proteínas. Memorias del encuentro regional sobre producción de mejillón FONDEPESCA, Ensenada, B.C.

- Gulland, J.A. 1983. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods Wiley InterScience Publication, 50 p.
- Gutierrez, G. y Gonzalez, J. L. (1989). Predicciones de mareas de 1990. Estaciones mareograficas del CICESE Inf. Téc. OC89-01 129 p.
- Gosling, E. M. (1992). Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. In: E. E. Gosling (ed). The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Selsevier Science. Publishers, Amsterdam.
- Hansky I. Y Gilpin, M. (1991). Metapopulation dynamics: Brief history and conceptual domain. Biol. J. Linn. Soc. 42: 3-16 pp.
- Harbo, R. M. (1997) Shell and shellfish of the pacific northwest. Harbouting publishing Madeira Park, 80 p.
- Harger, J. R. E. (1970). Comparison among growth characteristics of two species of sea mussels, *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*. Veliger 13(1): 44-56 pp.
- Haskin, H. H. (1954). Age determination in Mollusks. Trans. N. Y. Acad. Sci. 16: 300-304.
- Hickman, R. W. (1992) Mussel Cultivation. p. 465-510. In Gosling ed.: The mussel *Mytilus* : Ecology, Physiology, genetics and culture. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Hoyos Chairez, F. J. (1988). Fecundidad y Esfuerzo Reproductivo del Mejillón *Mytilus californianus* (Conrad, 1837), en Erendira, Baja California, México, Tesis de Maestría, CICESE, 127 p.
- Jorgensen, C. B. (1981). Mortality, growth, and grazing impact on a cohort of bivalve larvae, *Mytilus edulis* L. Ophelia, 20: 185-192 pp.
- King, M. (1995). Fisheries biology, Assessment and Management. Fishing News Book. P. 341.
- Leon-Portilla, M. (1983) Los primeros californianos: prehistoria y etnohistoria In R.H. Pineda Panorama histórico de Baja California Centro Inv. Hist. 30 p.
- Lobel, P. B., Belkhome P. B., S. E. and Longerich, H. P. (1990). Recent Taxonomic Discoveries Concerning the Mussel *Mytilus*: Implications for Monitoring. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 19: 508-512 pp.
- Lutz, R.A. (1976). Annual growth layers in the shell of *Mytilus edulis*. J. Mar. Biol. Ass. 56: 723-731 pp.
- Lutz, R. A. and Kennish, M. J. (1992). Ecology and morphology of larval and early post larval mussels. 53-85 pp. In Gosling ed.: The mussel *Mytilus* : Ecology, Physiology, genetics and culture. Elsevier Science Publishers, Amsterdam,.
- Mateus, H. 1978. Semblanza de la pesca en Baja California Historia y desarrollo. Secretaría de Pesca, México, 31 p.
- Paine, R. T. (1974). Intertidal community structure experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. Oecologia 15: 93-120 pp. .
- Salas, A. E. y Oliva de la Peña, A. (1983). Características Poblacionales del Bivalvo *Mytilus californianus* y algunos aspectos sobre su comunidad en la costa de Erendira, B. C. Tesis de Licenciatura, Ciencias Marinas, U. A. B. C. 183 p.
- Salas, A.E. y Garcia, F. (1987). Estudios básicos y experiencias en el cultivo de mejillón en Baja California. Memorias de Encuentro Regional sobre Producción de Mejillones. Instituto de Investigaciones Oceanologicas Universidad Autonoma de Baja California, México. 69-113 pp.
- Saver, S. K. and Foltz, D. W. (1993). Genetic Structure of a Species Complex of Blue Mussels (*Mytilus* spp.). Marine Biology 117, 105-112 pp.

- Shaw, W.N., Hassler, T. J. and Moran, D. P. (1988). Species profiles Life, history and environmental requirements coastal fishing invertebrates Wild Serv. Biol. Rep. 82811.849 US Army 16 pp.
- Seed, R. (1976). Ecology In: B. L. Bayne ed. Marine mussels : Their ecology and physiology. Cambridge University, Cambridge. páginas
- Seed, R. and Suchanek, T. H. (1992). Population and community ecology of *Mytilus*. En: E. Gosling ed. The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Seed, R. and Widdows, (1991). Physiological ecology of mussel larvae. *Aquaculture*. 94: 147-163 pp.
- Suchanek, T.H (1981). The role disturbances in the life history strategies in the intertidal mussels *Oecologia* 50 (2) 143-151 pp.
- Tellez, D.A. (1987). Los concheros de Baja California y sus perspectivas de investigación *Ins.de inv. Soc. estudios Fronterizos* 5 (14): 11-116 pp.
- Vazquez, E. y Molina, J. (2004). Evaluación de Mejillón *Mytilus californianus* en las zonas de Xatay y Bajamar durante Junio del 2004. Informe Técnico CRIP- Ensenada, Instituto Nacional de Pesca. México. 12 p.
- Yamada, S. B. and Peters, E. E. (1988). Harvest management and the growth and condition of sub-market size sea mussels, *Mytilus californianus*. *Aquaculture*. 74: 293-299 pp.
- Yamada, S.B. and Dunham, J.B. (1989). *Mytilus californianus*, a new aquaculture species? *Aquaculture*. 81: 275-284 pp.
- Yonge, C. M. (1976). The mussel form and habitat. In B. L. Bayne ed. Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- Yamada, S.B. and Peters, E.E. (1988). Harvest management and the growth and condition of sub-market size sea mussels, *Mytilus californianus*. *Acuaculture*. 74: 293-299.
- White, K. (1937). *Memoirs: XXXI Mytilus*. The University Press of Liverpool, U.K.
- Widdows, J. (1991). Physiological ecology of mussel larvae. *Aquaculture*, 94: 147-163 pp.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca

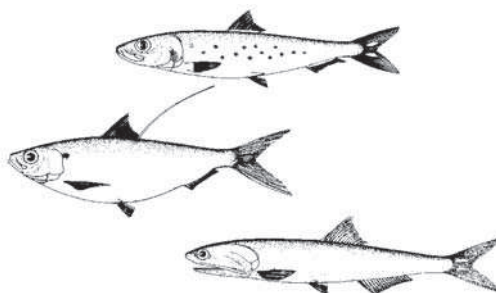


La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores
 La pesquería de peces Pelágicos Menores

Peces Pelágicos Menores
 Pelágicos
 Pelágicos
 Pelágicos
 Pelágicos
 Pelágicos

BREVIARIO

Peces Pelágicos Menores	
Especie:	Sardina Monterrey (<i>Sardinops caeruleus</i>), sardina crinuda (<i>Opisthonema spp.</i>), macarela (<i>Scomber japonicus</i>), sardina bocona (<i>Cetengaulis mysticetus</i>), sardina japonesa (<i>Etrumeus teres</i>), sardina piña (<i>Oligoplites spp.</i>) y anchoveta norteña (<i>Engraulis mordax</i>). • Pesquería multiespecífica con cardúmenes de gran magnitud. • La pesquería aporta el 30% del volumen desembarcado en todo el país. • 85% de la producción es utilizada como materia prima de alimentos para animales. • La abundancia fluctúa notablemente de acuerdo con las variaciones climáticas anuales.
Tendencia de la captura:	Captura 1999: 354,640 tons. Captura 2000: Disminución de las capturas de anchoveta, posible incremento de sardina monterrey; se espera que las capturas de sardina crinuda se mantengan sobre volúmenes promedio.
Efectos ENOS 97-98	Decrece el reclutamiento y propicia la dispersión del recurso.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Análisis de cohortes (V.P.A.) para el Golfo de California. Estructurado por edades -CANSAR- (Oeste de la península de Baja California)
Estado de la Pesquería:	Golfo de California: potencial de desarrollo para sardinas y anchovetas. Costa occidental de la península de Baja California: sardina con potencial de desarrollo y anchoveta en deterioro.
Medidas de manejo:	Tallas mínimas, vedas especiales y temporales, esfuerzo limitado (NOM-003-PESC-1993)
Objetivo de las medidas:	Permitir el crecimiento de los juveniles y proteger los periodos de reproducción



Peces Pelágicos Menores

Manuel O. Nevárez Martínez¹
Ma. de los Ángeles Martínez Zavala¹
Celia Eva Cotero Altamirano²
Mercedes L. Jacob Cervantes³
Yanira Green Ruiz³, Georgina Gluyas Millán⁴
Alfredo Cota Villavicencio² y J. Pablo Santos Molina¹

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas
Calle 20 No. 605 Sur, Guaymas, Son

²Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada
Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5. C.P. 22760
Ensenada, B.C., México

³Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán
Sábalo Cerritos s/n. Estero El Yugo. Mazatlán, Sinaloa. C.P. 82000

⁴Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz
Km. 1 carretera a Pichilingue. Col. Del Cielo C.P. 23020
La Paz, B.C.S.

LA PESQUERÍA

Importancia

En términos de peso desembarcado, las pesquerías de peces pelágicos menores (sardinas, anchovetas, macarela y afines) representan la proporción más alta (aproximadamente 37%) de las capturas totales de las pesquerías mexicanas, las cuales están en el orden de los 1.3 a 1.5 millones de toneladas (Anónimo 2003).

El valor de las varias especies de sardina, anchoveta y macarela respecto del total nacional, promedió 1.5% entre 1990 y 1995. Sin embargo, entre 2001 y 2003 el valor (a precio de playa o de primera mano) de esta pesquería fue ligeramente superior al 2.0%. Si se considera lo anterior, más el valor agregado por su proceso industrial (enlatado, harina y aceite de pescado), el valor es cercano al 10% (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Como recurso pesquero, estas poblaciones son fuente importante de proteína de buena calidad para consumo humano directo y como materia prima para la producción de alimento balanceado para la industria avícola y porcina, así como carnada para pesca comercial, deportiva y artesanal. Además es una importante fuente generadora de empleos en la región del noroeste de México (Gómez-Muñoz *et al.* 1990; Cisneros-Mata *et al.* 1995; Lluch-Belda *et al.* 1995; Anónimo 2003; Nevárez-Martínez *et al.* 2001; Gluyas-Millán *et al.* 2003). Se estima en alrededor de 5,000 los empleos directos que genera esta pesquería y en una cantidad similar los indirectos (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Estas poblaciones también tienen un importante papel ecológico en el sistema marino, ya que la mayoría forma cardúmenes que se alimentan de plancton, son eslabones importantes de la cadena trófica, y son forraje para carnívoros (peces, mamíferos marinos y calamares) y aves marinas (Romero-Ibarra 1988; Ehrhardt 1991; Jacob-Cervantes *et al.* 1992; Molina-Ocampo *et al.* 1996.; Velarde 1994; López-Martínez *et al.* 1999; Coteró 2000).

Tradicionalmente las descargas se destinan a la elaboración de harina y aceite de pescado (85%) y de productos enlatados y congelados (15%). En 2001-2002 aumentó a 25% la cantidad de pelágicos menores dirigidos al consumo humano directo (Anónimo 2003). La sardina Monterrey, que es la especie más importante de este conjunto, se ha destinado para el consumo humano directo (Cisneros Mata *et al.* 1991), aunque a partir de los años noventa la sardina crinuda y la macarela, también se han destinado a este fin (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

A finales de los años setenta e inicio de los ochenta, la anchoveta constituía cerca del 50% de la captura de pelágicos menores. Actualmente (2004) representa alrededor del 3%, mientras que la sardina monterrey aumentó a 50% y la sardina crinuda a 25% (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Una especie que en los últimos cinco años aumentó dramáticamente su contribución a la captura es la sardina bocona (una especie de anchoveta, de afinidad tropical) pues de una contribución mínima a la captura (muy cercana a 0%) contribuyó con un 16% del total, aunque en algunas localidades, en particular de Sonora y Sinaloa, su porcentaje a las capturas ha sido cercano a 50%. Las demás especies son menos importantes, aunque el volumen de sus descargas tiende a aumentar cuando escasea la sardina Monterrey (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

En la actualidad (2004) en esta pesquería existe una flota de 69 embarcaciones sardinero-anchovetera equipadas con red de cerco con jareta, de las cuales operan 50, con una utilización de bodega que va de 85% (en Sonora) a menos del 30% (en Ensenada). La capacidad industrial de proceso (plantas para enlatado y para elaborar harina y aceite de pescado) de pelágicos menores es inferior a 700,000 t/año de materia prima en peso vivo, con la mayor parte instalada en el Estado de Sonora. La longitud de atraque actual es de 2,104 m (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Especies objetivo: Estas pesquerías son multiespecíficas, se capturan varias especies con el mismo sistema de pesca (barco y red de cerco con jareta), en ocasiones en la misma jornada de pesca, y normalmente en diferentes lances de pesca, aunque algunas ocasiones se capturan dos o tres especies en el mismo lance de pesca.

En Ensenada, B. C., las descargas constan de cuatro especies: sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) 80%, macarela (*Scomber japonicus*) 11%, anchoveta nortea (*Engraulis mordax*) 8%, y charrito (*Trachurus symmetricus*) 1%. (García *et al.* 1995a, 1995b, 1995c; García y Sánchez, 1996, 1997).

En Bahía Magdalena, B.C.S., la composición específica de las descargas en el periodo 2002 y 2003 fue la siguiente: sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) 88.4%, sardina crinuda (*Opisthonema spp.*) 5.2%, macarela (*Scomber japonicus*) 2%, bocona (*Cetengraulis mysticetus*) 3.6%, sardina japonesa (*Etrumeus teres*) menos del 1% y piña (*Oligoplites spp.*). (Félix-Uraga *et al.* 2002, 2003; Gluyas-Millán *et al.* 2003).

En Mazatlán, Sinaloa, la pesquería se basa en las tres especies de sardina crinuda (*O. libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) 30% y en la bocona (*Cetengraulis mysticetus*) (Mercedes Jacob C., CRIP Mazatlán, Com. Pers., para el periodo 2001-2003).

En Sonora (Guaymas y Yavaros) para el periodo 2000/01 a 2003/04), la descarga estuvo constituida por las siguientes especies: sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) 55.9%, tres especies de sardina crinuda (*O. libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) 17.4%, aunque *O. libertate* representa el mayor porcentaje. La macarela (*Scomber japonicus*) 3.8%, anchoveta nortea (*Engraulis mordax*) 0.7%, bocona (*Cetengraulis mysticetus*) 20.7%, sardina japonesa (*Etrumeus teres*) 0.8% y piña (*Oligoplites spp.*) 0.7%. (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Los fuertes cambios de distribución geográfica y abundancia de los pelágicos menores han marcado la pauta en el desarrollo de sus pesquerías. En Ensenada, la captura de sardina inició en 1929 y se extendió a Isla Cedros en los años cuarenta y a Bahía Magdalena en los cincuenta (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995; Cisneros-Mata *et al.* 1995; Nevárez-Martínez *et al.* 2001). En 1950 inició la pesca de anchoveta dado el bajo nivel de captura de sardina en California (Chávez *et al.* 1979).

La escasez de sardina Monterrey en Ensenada motivó el desarrollo de la pesquería en el Golfo de California. Allí la pesquería de sardina inició en 1967 con Guaymas como puerto base (Sokolov y Wong 1973; Pedrín y Ancheita 1976).

La caída y posterior recuperación de la biomasa de sardina (y/o anchoveta) en el océano Pacífico en los últimos 60 años (Clark y Marr 1955; Radovich 1982) ha sido un tema de debate (Lluch-Belda *et al.* 1995). Se desconoce con precisión el efecto del esfuerzo pesquero y del ambiente en estos cambios (Wolf, 1992; Cisneros Mata *et al.* 1995), aunque se reconoce la gran influencia que el medioambiente tiene sobre estas especies (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995; Nevárez-Martínez *et al.* 2001).

Biología

Los pelágicos menores son peces que alcanzan longitudes entre los 10 y 40 cm y tienen un ciclo de vida corto. Suelen habitar en zonas costeras de alta productividad biológica y se alimentan de fitoplancton y de zooplancton. La sardina monterrey en particular es omnívora (Cadet y Berner 1959; López-Martínez 1991; López-Martínez *et al.* 1999), aunque se ha encontrado que muestra preferencia por el fitoplancton (Kawasaki 1983). Además de migraciones estacionales para reproducción y alimentación, los pelágicos menores experimentan fuertes cambios de abundancia relacionados al ambiente, dando lugar a los denominados “cambios de régimen” (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1991, 1995; Schwartzlose *et al.* 1999).

La distribución geográfica de estas especies es muy amplia, aunque discontinua y segregada en 2 o 3 sub-poblaciones o stocks (Radovich 1982). La sardina monterrey habita desde Alaska hasta el Golfo de California y en años fríos se extiende hasta Mazatlán, Sinaloa (Miller y Lea 1972; Whitehead 1985; Lluch-Belda *et al.* 1995). La anchoveta nortea

habita desde Vancouver hasta el Golfo de California (Hammann y Cisneros-Mata 1989; Lluch-Belda et al. 1995). La sardina crinuda se distribuye en el Pacífico central oriental, incluyendo el Golfo de California (Berry y Barrett 1963). La macarela se encuentra desde Alaska hasta el Golfo de California (Schaefer 1980; Gluyas-Millán y Quiñonez-Valázquez 1996).

Esta distribución de los peces pelágicos menores responde a una combinación de factores bióticos y abióticos. Se ha propuesto que en el caso de sardina monterrey, existen dos centros de distribución (Fig. 1):

- En el Golfo de California, alrededor de las grandes islas.
- Al oeste de la península de Baja California, en Punta Eugenia.

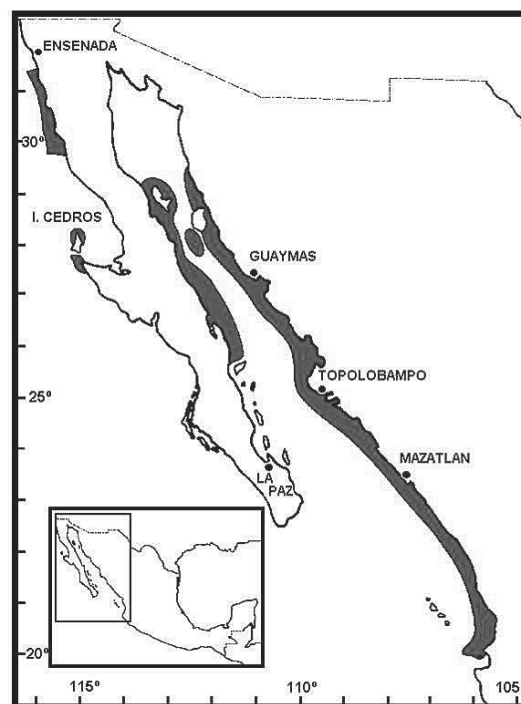


Figura 1. Distribución comercial de los pelágicos menores en el Pacífico mexicano.

A partir de esos centros las sub-poblaciones de sardina se expanden y se contraen obedeciendo señales ambientales desconocidas (Lluch-Belda et al. 1995).

Para la macarela *S. japonicus*, Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez (1996) distinguen, con base en rasgos fenotípicos y características poblacionales como el periodo de reproducción, al menos dos unidades poblacionales, una en el Golfo de California, otra en la costa noroccidental de la península de Baja California y una zona de superposición de unidades poblacionales en Bahía Magdalena.

La época reproductiva de los peces pelágicos menores es variable. Además, por la maduración asincrónica de los ovocitos, estas especies realizan desoves múltiples: en la época de reproducción la sardina puede desovar cada 15 días (Macewicz et al. 1996) y la anchoveta cada 8 días (Castro-González y Tapia-Vázquez 1995).

La sardina Monterrey del Golfo de California se reproduce en otoño-invierno (Nevárez-Martínez 1990), con algunos años presentándose un breve desove a finales de la primavera (Cisneros-Mata *et al.* 1988). En esta área, la sardina Monterrey desova principalmente en la costa de Sonora, aunque se pueden encontrar huevecillos en toda la zona central del Golfo (Nevárez-Martínez 1990, Hammann *et al.* 1998). En el área de Ensenada los desoves ocurren de enero a marzo (Eva Cotero, CRIP Ensenada, BC, datos no publicados) y en Bahía Magdalena en enero-marzo y en junio-julio.

En el Pacífico, la anchoveta desova en primavera y verano (Lluch-Belda *et al.* 1995). Los desoves en el Pacífico se realizan en áreas protegidas con poca turbulencia, como ensenadas y bahías, estrategia para incrementar la sobrevivencia de las larvas (Bakun y Parrish, 1982). Dentro del Golfo de California, la anchoveta se reproduce en el otoño-invierno (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1997).

En el caso de la sardina japonesa y la macarela, en el Golfo de California, el desove se ha detectado en los meses de otoño y primavera (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1997; Nevárez-Martínez *et al.* 1993; Martínez-Zavala *et al.* 2000). Para la macarela se ha determinado, de acuerdo a la distribución geográfica de estadios de madurez gonádica, que las zonas principales de reproducción son Yavaros, Guaymas, Isla San Marcos y Cabo San Lucas y que el periodo de reproducción ocurre de finales de otoño a principios de primavera (Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez 1996, 1997). En Bahía Magdalena la macarela, tiene un periodo similar al del Golfo de California, mientras que en Bahía Vizcaíno y Ensenada el periodo de reproducción es en verano (Gluyas-Millán 1990; Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez 1996) igual que en California (Knaggs y Parrish 1973).

La sardina crinuda (básicamente *O. libertate*) desembarcada en Sonora, desova durante los meses de primavera y verano, aunque en algunas temporadas se han observado organismos en reproducción en el otoño (Cisneros-Mata *et al.* 1988; 1991, 1997; Martínez-Zavala *et al.* 2000).

En la región de Mazatlán, el desove para la especie *O. libertate* se realiza en los meses de verano-otoño, mientras que para *O. bulleri* ocurre en primavera y verano). La época reproductora de la especie *O. medirastre* no se ha definido completamente en el noroeste mexicano; sin embargo, se ha planteado que el periodo más probable sea invierno (.En el área de Bahía Magdalena el desove de la sardina crinuda es en el verano (Páez-Barrera, 1976; Cisneros-Mata *et al.* 1987; 1988; Rodríguez-Domínguez 1988; Lyle-Fritch *et al.* 1997).

La talla de primera reproducción para sardina monterrey (aquella a partir de la cual el 50% o mas de los organismos están reproduciéndose) varía latitudinalmente, con las mayores tallas en Ensenada y las menores en el Golfo de California presentando importantes variaciones interanuales (Fig. 2 y 3) (Cisneros-Mata 1987; Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

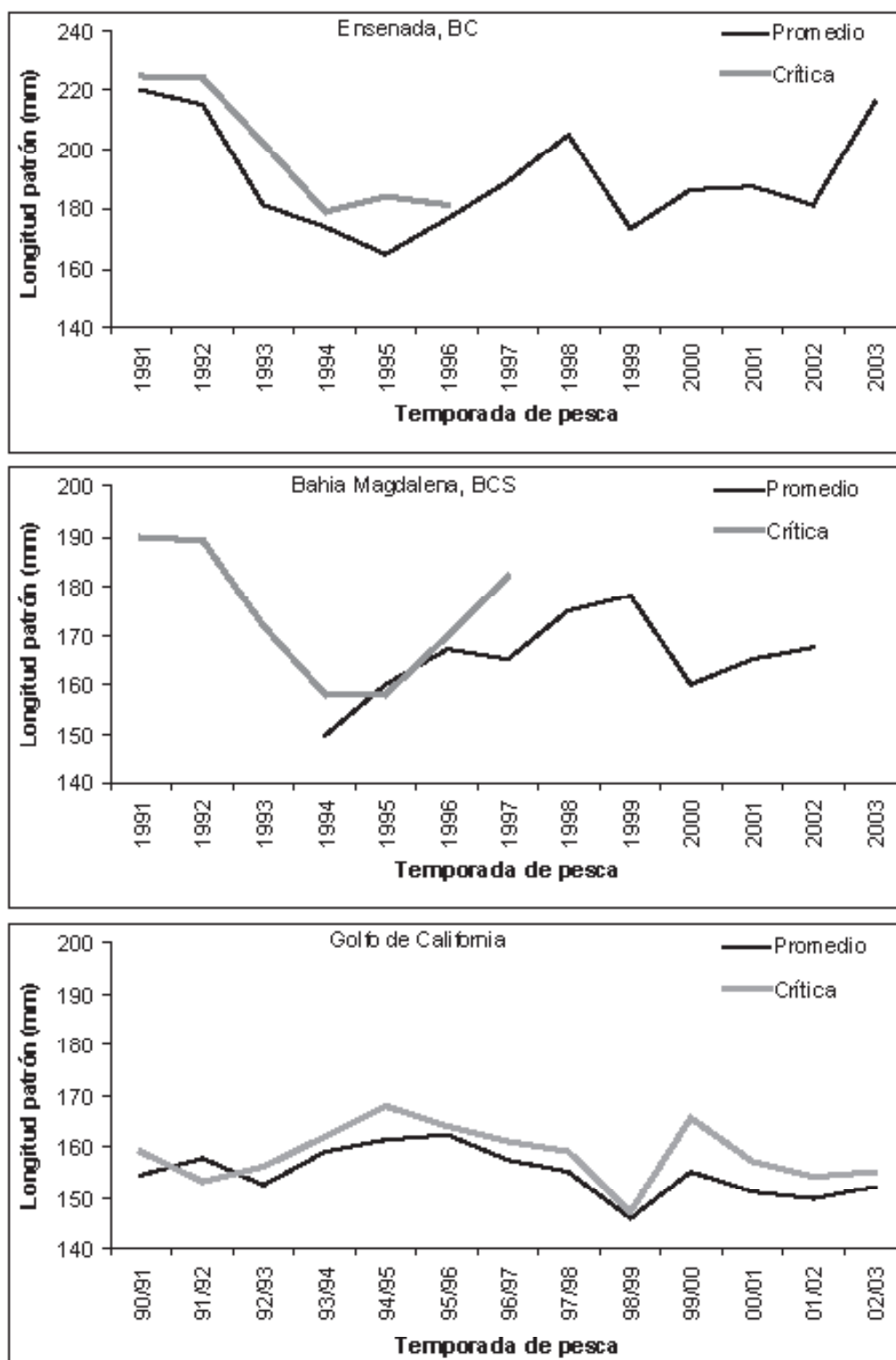


Figura 2. Talla de primera madurez y longitud promedio de captura de sardina monterrey en Ensenada, BC, Bahía Magdalena, BCS, y Sonora (Golfo de California).

La longitud promedio de captura de las sardinas y anchoveta fluctúa también latitudinalmente como interanualmente (Figs. 2 y 3) (Nevárez-Martínez *et al.* 2004), dependiendo de las variaciones interanuales de la magnitud del reclutamiento. Cuando en el Golfo de California ocurren reclutamientos exitosos de sardina monterrey, en los cruceros de investigación se

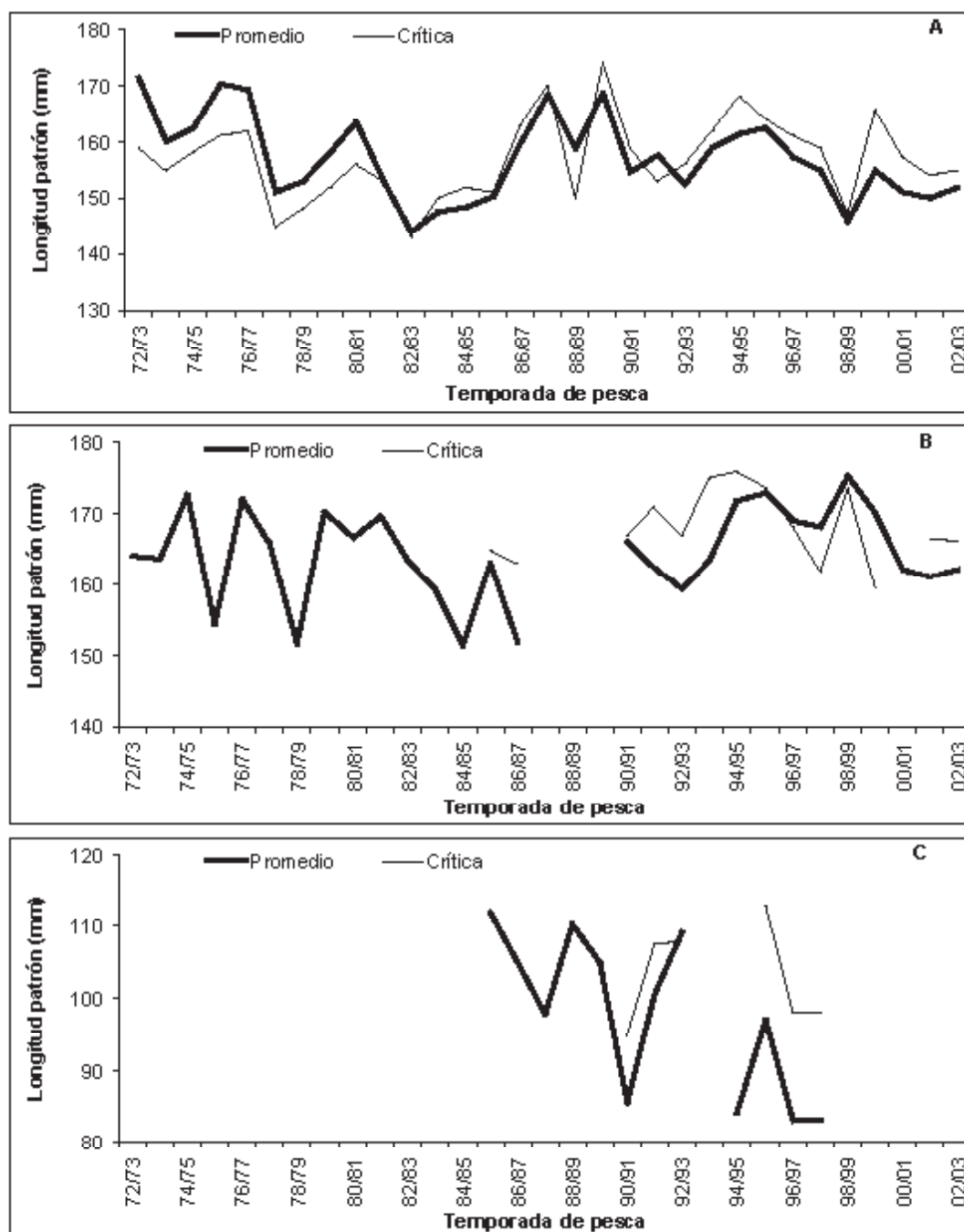


Figura 3. Talla promedio de captura y talla de primera madurez en las capturas de sardina monterrey (A), sardina crinada (B) y anchoveta (C) en el Golfo de California, durante el periodo de 1972/73 a 2002/2003.

capturan una gran proporción de individuos pequeños. En general, este comportamiento refleja variaciones del reclutamiento en respuesta a la variación ambiental y a la pesca (Cisneros Mata *et al.* 1998; Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

En la macarela *S. japonicus* también se ha observado una variación latitudinal en la distribución de tallas y edades de hembras maduras (Figs. 4 y 5), indicando que la madurez se alcanza a tallas y edades mayores en Enseñada y menores en el Golfo de California (Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez 1996; Gluyas-Millán 2004).

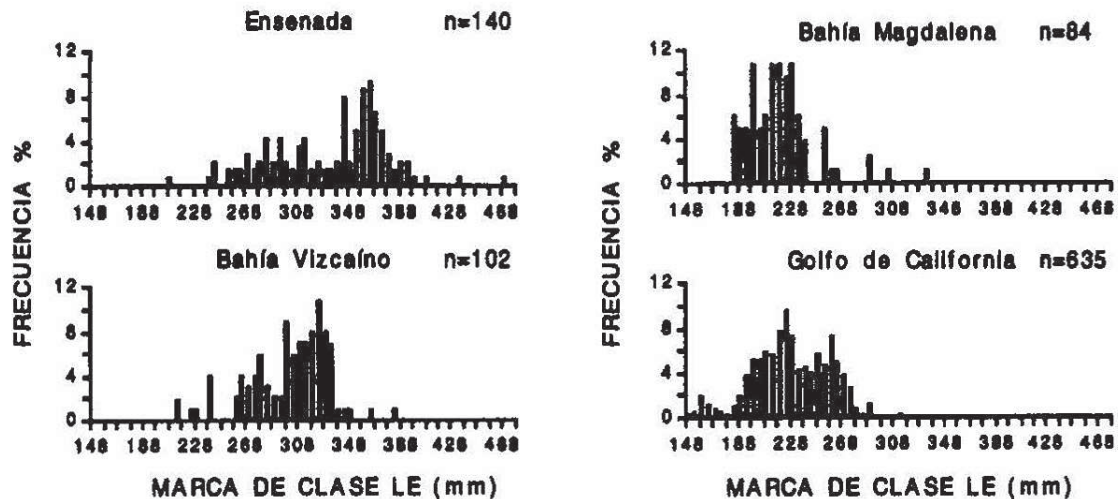


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas de macarela *S. japonicus*

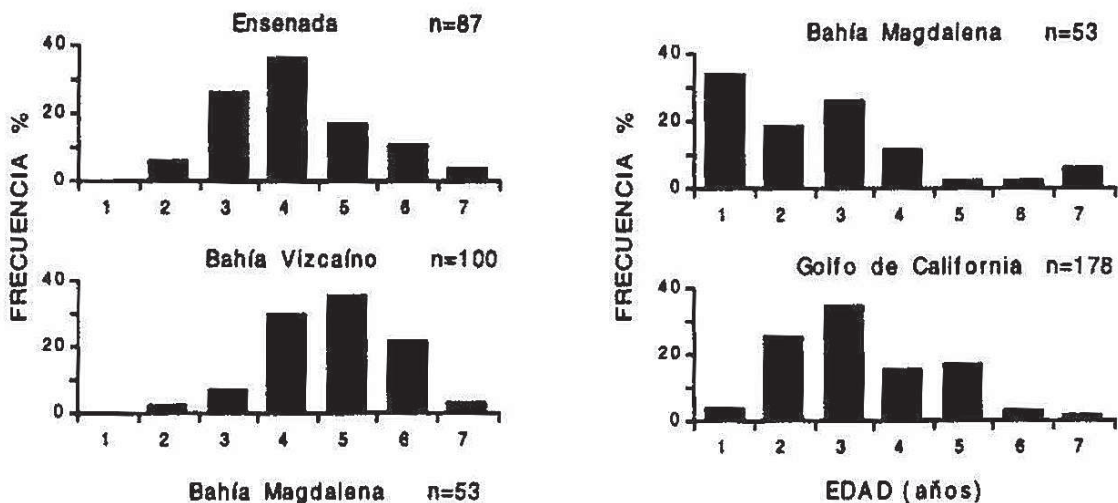


Figura 5. Distribución de frecuencia de edades de macarela *S. japonicus* con gónadas maduras.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La captura comercial de peces pelágicos menores se realiza por embarcaciones mayores (>10 ton) equipadas con red de cerco con jareta y un máximo de nueve tripulantes. Se pueden identificar flotas de acuerdo a la región donde operan y puerto de descarga: en la costa de Baja California, el Puerto de Ensenada; al Oeste de Baja California Sur, el Puerto San Carlos y Adolfo López Mateos ubicados en Bahía Magdalena; en el Golfo de California central, los Puertos de Yavaros y Guaymas, Sonora; y costa de Sinaloa, en el puerto de Mazatlán (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

La flota más grande se encuentra actualmente en Sonora. Algunos barcos se desplazaban de una región a otra dependiendo de la disponibilidad de recursos o la estación del año, aunque en la actualidad esto es poco común (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Los barcos más comunes tienen 25 m (o más) de eslora, 120 t de bodega (o más) y máquina principal de 520 HP (Anónimo 2003). La longitud (de 350 a 650 m) y calado de las redes dependen de la eslora del barco, del criterio del patrón de la embarcación y de aspectos económicos de las empresas. La luz de malla de las redes sardineras es de 25 mm y de las anchoveteras de 13 mm. Algunos barcos usan redes mixtas, con paño de ambos tamaños de malla.

La flota ha cambiado en tamaño y estructura a lo largo del tiempo. Originalmente constaba de barcos camaroneros y atuneros con capacidad de bodega entre 40 y 100 t, adaptados para la pesquería pelágicos menores. A mediados de los setenta se incorporaron cerca de dos docenas de barcos peruanos con bodega de 120 t y algunos de cerca de 300 t. Ello fue parte de la instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo Pesquero (García-Crespo . 1982; Lluch-Belda *et al.* 1995).

En Ensenada, llegaron a operar 60 barcos a finales de la década de 1970 (Fig. 6A) y disminuyó a menos de 20 barcos en 1990, año en que se colapso la pesquería de anchoveta en Ensenada (García y Sánchez 1997). Esta flota ha mantenido operaciones debido al incremento en abundancia de la sardina monterrey y macarela, aunque el número de embarcaciones a oscilado entre 7 y 19 barcos (Fig. 6A).

En Sonora la flota aumentó de tres barcos a finales de los sesenta y oficialmente 23 barcos en la temporada 1969/70 (Sokolov y Wong 1973), hasta un máximo de 77 barcos en 1990 (Fig. 6B). La flota activa se redujo a 32 barcos en 1993, después del desplome de las capturas, entre 1991-1993, de la sardina Monterrey (Cisneros-Mata *et al.* 1995, 1996a; Nevárez-Martínez *et al.* 1997), manteniéndose en operación entre 26 y 30 barcos durante los últimos 10 años (Fig. 6B).

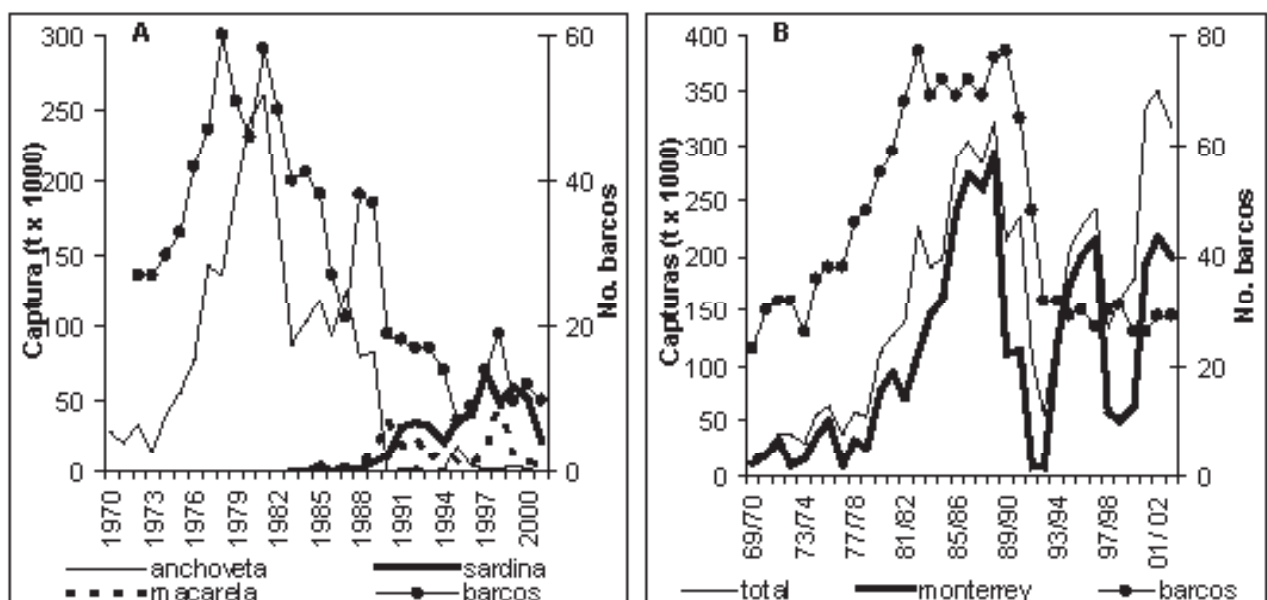


Figura 6. Descarga comercial de pelágicos menores y flota pesquera en Ensenada, B.C. (A) y en Sonora (B).

La unidad de esfuerzo de pesca es el viaje de pesca. Así, el esfuerzo de pesca aplicado en un oscuro (inicialmente el “oscuro” era de dos semanas, y actualmente es un periodo

de aproximadamente 22 días centrados en la luna nueva) o en una temporada dada es el número total de viajes de pesca realizados en el periodo. La cantidad total de viajes depende directamente del número de barcos que operen en una temporada dada y de la disponibilidad o abundancia del recurso. Bajo esta premisa, y ya que desde el punto de vista operativo, es más factible controlar el número de embarcaciones que el número de viajes que se pueden realizar en una temporada dada, para fines de manejo se considera al número de barcos como una medida equivalente del esfuerzo de pesca (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

La Figura 7A muestra la tendencia de la CPUE y el esfuerzo de pesca en la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California (Sonora). En esta pesquería la CPUE aumentó paralelamente con el esfuerzo, hasta la temporada de pesca 1983/84. Sin embargo, en las siguientes nueve temporadas se mantuvo entre 73 y 83 t/viaje, aun cuando el esfuerzo de pesca siguió aumentando hasta un máximo de 4,132 viajes e inmediatamente presentó un descenso marcado, hasta el nivel más bajo de la serie (782 viajes) (Fig. 7A). Entre 1993/1994 y 2001/2002, el esfuerzo se ha mantenido entre 1,300 y 2,350 viajes por temporada y la CPUE aumentó oscilando entre 100 y 148 t/viaje. Esto se debe a varias razones: 1) el incremento en el poder de pesca de la flota por el uso de mejor tecnología, 2) la experiencia de los pescadores, y 3) que la flota pesquera y está más acorde con el potencial del recurso pesquero en su totalidad.

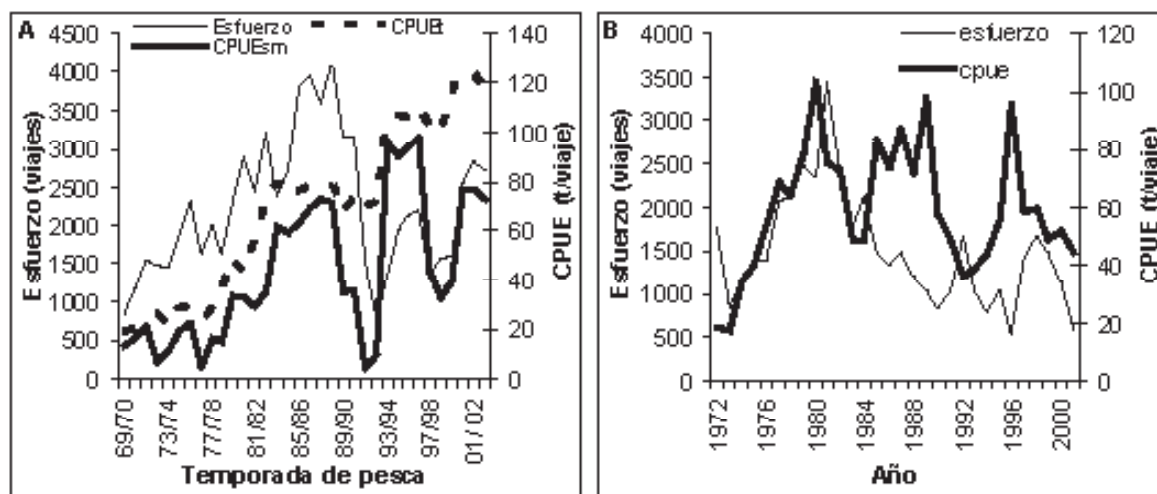


Figura 7. Comportamiento del esfuerzo de pesca (en viajes) y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en Sonora (A) y en Ensenada (B).

En la Figura 7B se observa la relación entre el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) considerada como el número de viajes con captura por barco. En Ensenada, durante la década de los 1970's el esfuerzo y la CPUE mostraron una tendencia ascendente directamente proporcional al esfuerzo aplicado. Sin embargo, en la década de los 80's la disminución del esfuerzo no se refleja en la CPUE, pues ésta se incrementó. En los 90's se observó cierta tendencia inversa entre el esfuerzo y la CPUE (Fig. 7B).

Por otra parte, el comportamiento de la CPUE de sardina monterrey es más parecido al comportamiento del esfuerzo de pesca, esto porque, aun cuando se trata de una pesquería multiespecífica, existe una orientación primordial hacia esa especie. Además, el

comportamiento en la CPUE de sardina monterrey refleja el crecimiento simultáneo de la población de sardina monterrey y el desarrollo de la pesquería (Cisneros-Mata *et al.* 1995; Nevárez-Martínez *et al.* 1999; Nevárez-Martínez 2000).

En el caso de Bahía Magdalena, B.C.S., el esfuerzo aplicado y la CPUE tienen una tendencia ascendente y hay una relación directamente proporcional entre el esfuerzo aplicado y la CPUE (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). La disminución en la CPUE ha estado asociada a los niveles de captura de sardina monterrey.

Tendencias históricas

Corriente de California. A principios de siglo XX se detectó un espectacular incremento en la biomasa de las poblaciones de sardina en la costa oeste de Estados Unidos, Canadá y la costa noroccidental de México. Esto propició el desarrollo de la importante pesquería de sardina en USA (principalmente California) y Canadá, con capturas iniciales de cerca de 100,000 t en la década de los años veinte. Las descargas en esas áreas fueron de casi 800,000 toneladas (California aportó 664,000 t), con una biomasa de 3.6 millones de t (Murphy, 1961, 1966; Arenas *et al.* 1996).

Después de alcanzar su máximo en 1936-37, la pesquería declinó, de norte a sur, sostenidamente hasta finales de los años cuarenta (Murphy, 1961). A mediados de la década de 1960 la pesquería en California se colapsó y a partir de 1967 se suspendió, esto se ha interpretado como un repliegue poblacional de norte a sur, y un cambio de régimen (Radovich 1982; Lluch-Belda *et al.* 1995; Arenas *et al.* 1996).

Aunque existen registros de captura de pelágicos menores en Ensenada a partir de 1951 (CalCOFI 1961), el auge de la pesquería de anchoveta en Ensenada inició en los años setenta (Fig. 8), por el desplome de la anchoveta peruana (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995). De esa forma se abrieron mercados para la harina de pescado mexicana. En 1981 se alcanzó la captura récord de anchoveta de 259,000 t, que posteriormente disminuyó hasta su nivel más bajo en 1990 cuando las capturas de esta especie fue de 100 t y desde entonces las capturas de esta especie han sido muy bajas (Fig. 8 A y B).

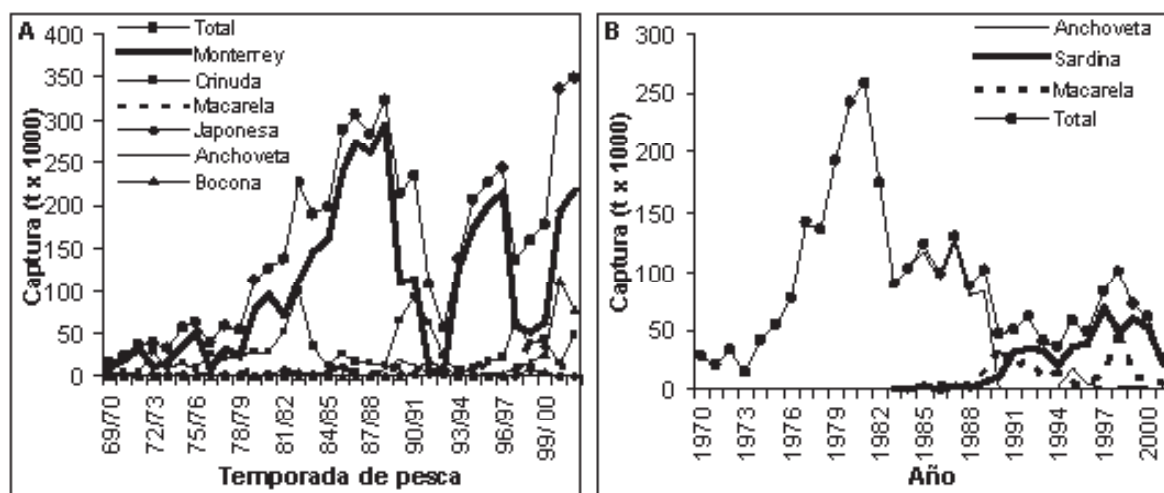


Figura 8. Comportamiento histórico de las capturas comerciales de pelágicos menores desembarcadas en Sonora (A) y en Ensenada (B).

La biomasa de las poblaciones, y las pesquerías se desplomaron en secuencia desde Columbia Británica, Canadá hacia el sur.

En las costas de California y Baja California, la biomasa de sardina Monterrey comenzó a aumentar en los años ochenta (Wolf 1992; Conser *et al.* 2004). En las costas de Canadá se han encontrado sardinas hasta de siete años (Hargreaves *et al.* 1994), lo cual indica que la sub-población está experimentando una recuperación a todo lo largo de la Corriente de California.

Las capturas recientes de sardina Monterrey de Ensenada y California, iniciaron a mediados de 1980 (Deriso *et al.* 1996; García y Sánchez 1996, 2003; Conser *et al.* 2004; Nevárez-Martínez *et al.* 2004), con capturas registradas para 1997 de 68,400 t en Ensenada, oscilando en los últimos años entre 22,000 t y 59,000 t (Fig. 8B). La captura de macarela en Ensenada también aumentó en este periodo con un máximo de casi 51,000 t en 1998 (Fig. 8B).

En Bahía Magdalena, B.C.S., la captura total de pelágicos menores y particularmente la de sardina monterrey (Fig. 9), mostrando un incremento desde 12,000 t en 1981-82 a 47,500 t en 2002 (Félix-Uraga *et al.* 2002, 2003; Gluyas-Millán *et al.* 2003), con una disminución importante durante los eventos El Niño, particularmente de 1997 y 1998 (Félix Uraga *et al.* 2002) cuando este fenómeno se presentó con mayor intensidad. En ese periodo, las capturas de sardina monterrey cayeron a niveles menores a las 3,000 t anuales (Quiñónez-Velázquez *et al.* 2000).

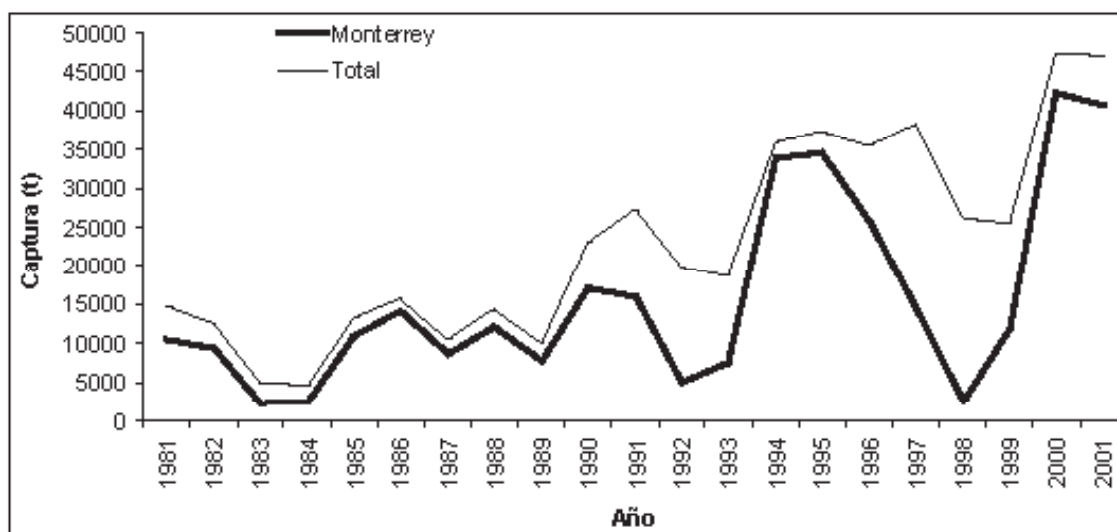


Figura 9. Captura total de pelágicos menores y sardina monterrey en Bahía Magdalena (datos proporcionados por el Dr. Casimiro Quiñones del CICIMAR-IPN, La Paz, BCS).

Existen dudas acerca de los niveles que estas pesquerías podrían alcanzar. Durante este siglo, las oscilaciones en las capturas de la sardina de California, Japón y Chile han estado en fase (es decir han sucedido simultáneamente), sugiriendo que un proceso común podría controlar la abundancia de sardina en el Pacífico (Kawasaki y Kumagai 1984; Lluch-Belda *et al.* 1989).

Las sardinas asiática y de Perú/Chile en los 1980's, rebasaron los 5 millones de toneladas métricas, con tendencia decreciente desde principios de los 1990's, no así la de California,

cuyas capturas entre México y California, en los 1990's no rebasan las 160,000 t, lejos de la captura de los años 1930's. Entonces, si a los stocks de la sardina los controla un proceso común, se esperaría que el crecimiento de la población de la sardina monterrey en el Pacífico americano hubiera concluido (Hargreaves *et al.* 1994). Pero si los ciclos no están en fase, su crecimiento podría continuar.

Golfo de California. En Sonora, la captura total de pelágicos menores ha fluctuado de acuerdo con la abundancia de sardina Monterrey. En los años setenta y ochenta, las descargas de esa especie crecieron de 11,500 t hasta un récord de 294,000 t en 1988/89. Después hubo una rápida declinación hasta casi 7,000 t en las temporadas 1991/92 y 1992/93 (Cisneros-Mata *et al.* 1995; Nevárez-Martínez *et al.* 1997, 2001). Las capturas aumentaron nuevamente hasta 215,000 t en 1996/97, pero debido a los fenómenos El Niño y La Niña, disminuyeron de nuevo a niveles de 55,000 t entre 1997/98-1999/00 (Martínez Zavala *et al.* 2000). Entre 2000/01 y 2002/03 las capturas de esta especie se aumentaron de nuevo a 203,000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Las capturas de sardina crinuda también presentaron una tendencia ascendente, pero con alta variabilidad (entre 3,000 y 100,000 t), asociadas a eventos ambientales importantes (El Niño – La Niña) (Fig. 8A) y al comportamiento de la pesquería de la sardina monterrey. Se ha observado una estrecha relación inversa en las capturas de sardinas crinuda y monterrey, que se relaciona con eventos El Niño. Cuando se presenta este fenómeno (1981-82, 1991/92, 1997/98), la captura de la sardina monterrey disminuye y la de crinuda aumenta (Molina *et al.* 1984, 1987; Lluch-Belda *et al.* 1986) y viceversa.

En los ochenta, aumentaron también las capturas de anchoveta y sardina bocona, dos especies de Engraulidos. El hallazgo de anchoveta norteña en las capturas de sardina en 1985, marcó el inicio de la presencia de esta especie como componente de esta pesquería en el Golfo de California (Hammann y Cisneros-Mata 1989; Cisneros-Mata *et al.* 1995; Guerrero-Escobedo y Gluyas-Millán 1996), siendo también altamente variable, y presentando las capturas más altas en la temporada 1989/90. En el caso de la sardina bocona, los volúmenes de captura empezaron a ser importantes a partir de 1989/90, con una alta variabilidad, presentando un primer pico en 1991/92. A partir de 1996/97 se inició un incremento extraordinario en la captura, desde 2,000 t a más de 111,000 t en 2000/01. En 2001/02 las capturas fueron cercanas a 78,000 t y en 2002/03 no se alcanzaron las 8,000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

A finales de los ochenta y durante los noventa aumentaron también las capturas de sardina japonesa y macarela, particularmente esta última especie la cual aportó cantidades superiores a las 30,000 t en 1998/99 y 1999/00.

Se pueden identificar cinco etapas en la historia de la pesquería del Golfo de California: de exploración, hasta 1975/76; de desarrollo, hasta 1981/82; de estabilización, en 1988/89; de descenso, hasta 1992/93; y de recuperación, desde 1993/94 a 2002/03.

Los cruceros de prospección indican que el crecimiento de la población de sardina monterrey se ha estabilizado. La captura creció de 2 Kg por hora en 1992 a 30 Kg por hora en 1995, estabilizándose en los 1996-1997 (Cisneros-Mata *et al.* 1997).

La producción biológica aumentó en los periodos 1975-78 y 1981-84; en el segundo periodo la producción anual fue de 500,000 t (Martínez-Zavala, datos no publicados, CRIP Guaymas, Sonora). Esto se reflejó en el acelerado crecimiento de las capturas comerciales hasta la temporada 1988/89. A partir de 1986 la biomasa decreció sensiblemente al tiempo que se obtenían las mayores capturas de sardina, hasta que en 1989 disminuyó la disponibilidad de sardina para la flota (Nevárez-Martínez 2000). A ello le siguió la recuperación de la producción en 1990-92, cuando la tasa de producción fue la más alta del periodo analizado. Esto explica el rápido ascenso de las capturas de las últimas temporadas de pesca. Si la biomasa poblacional continúa con esta tendencia, se esperaría que las capturas sigan creciendo.

En Mazatlán, Sinaloa, se descargan las capturas obtenidas en el litoral de Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco. La pesquería de sardina se inició a partir de 1972, cuando se abrieron industrias procesadoras de sardina en el puerto, cuya creciente demanda de materia prima generó el desarrollo de la pesquería (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Las tendencias históricas de las capturas reflejan un aumento constante en la producción anual desembarcada a partir de inicios de 1990 (Fig. 10). Se observan fluctuaciones de distinta magnitud y tres periodos definidos. El primero, de finales de los 1970's a 1991, hay variaciones en cuanto a la especie más importante por año en la captura (crinuda o bocona), con la sardina crinuda presentando un pico máximo de 36,000 t. En el segundo periodo (1992-1995) las capturas totales fueron básicamente de crinuda, pero con cifras inferiores a las 15,000 t. El tercer periodo, de 1996 a 2002, durante el cual se observa un aumento significativo de las capturas totales, con una proporción creciente de la bocona, la cual presentó un máximo 48,380 t en el 2000, manteniendo hasta el 2002 su predominancia en las capturas con cifras superiores a 40,000 t.

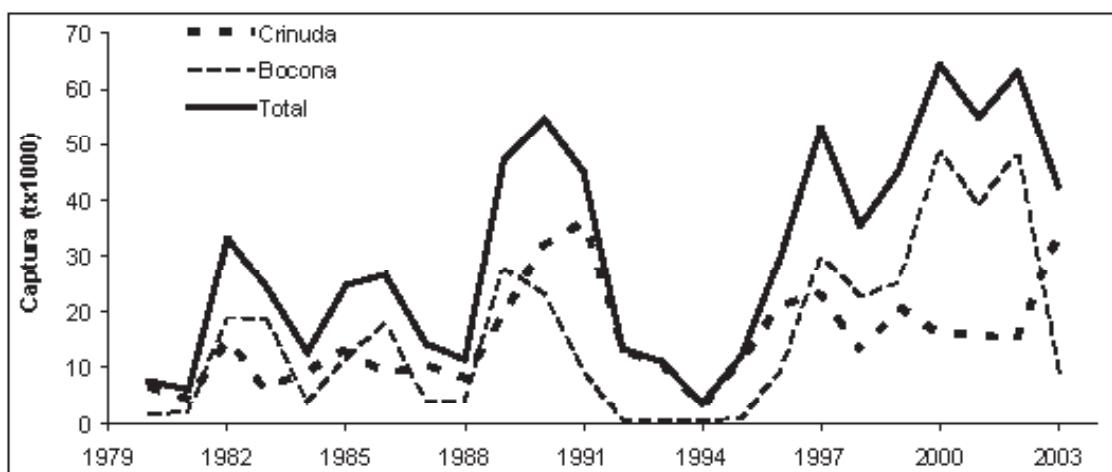


Figura 10. Capturas de sardina crinuda y bocona desembarcada en Mazatlán, Sinaloa.

En el caso de la sardina crinuda, se observa además, una disminución para las temporadas en las que se presentó el evento El Niño. En el caso de la sardina bocona no se observa una relación tan evidente (Fig. 10).

Pesca incidental

A partir de observaciones a bordo de las embarcaciones y entrevistas con los pescadores, se sabe que hay descartes. Cuando el cardumen cercado es demasiado grande y no cabe en la bodega o cuando se captura sardina pequeña, la sardina es devuelta al mar, aunque esto no es muy común.

Interacción con otras pesquerías

En la corriente de California, los stocks de sardina monterrey y anchoveta abarcan aguas territoriales tanto de México como de Estados Unidos. El muestreo de las descargas en puertos limítrofes de ambas naciones indica que existe una distribución diferencial por edades.

Es importante no perder de vista que en el caso de la sardina Monterrey el centro de distribución a partir del cual se expande la población, se ubica en aguas mexicanas (Lluch-Belda *et al.* 1995). En el Golfo de California, aparte de los pelágicos menores, la flota cerquera raramente captura otras especies como calamar gigante y peces de la familia Balistidae.

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Entre 1990 y 1993 el 76% de los barcos eran del sector privado, 15% del sector público y 9% del social (Tabla 1). Actualmente, la flota registrada es de 69 embarcaciones y pertenece el 100% al sector privado. Sin embargo, de éstas, durante 2001, 2002 y 2003 sólo operaron 51 barcos: 30 en Sonora, 11 en Ensenada, 5 en Bahía Magdalena y 5 en Mazatlán. En cada uno de los puertos en que se descargan peces pelágicos menores se dispone de muelles adecuados y en buenas condiciones para los desembarcos. La longitud de atraque ha variado, siendo actualmente ligeramente superior a los 2,100 m (Tabla 1).

El índice promedio de utilización de los barcos que descargaron en 1988 fue de 55% en Sonora, 75% en Sinaloa y 63% en Bahía Magdalena (Cisneros-Mata *et al.* 1989, 1991). El análisis se basó en datos de la flota durante una de las mejores temporadas de pesca. Los porcentajes equivalen a la cantidad de sardina capturada en relación con la captura potencial de acuerdo a la capacidad de acarreo, que considera la capacidad de bodega promedio y el número de viajes realizados.

En general, el índice promedio de utilización de los barcos que descargan en los diferentes puertos, ha variado a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en todos los puertos, durante los 70' y 80' era menor a 50% de su capacidad de acarreo total, mientras que en la actualidad, en Sonora está alrededor de 80%, en Sinaloa en 75% y es de 63% en Bahía Magdalena. En el caso de Ensenada, este índice está muy abajo (alrededor del 25%), debido principalmente a problemas en la infraestructura en tierra (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Tabla 1. Embarcaciones sardinero-anchoveteras por sector infraestructura de desembarco (Anuarios Estadísticos de Pesca).

Año	Social	Privado	Público	Longitud de atraque	Barcos
1990	16	77	8	3343	101
1991	6	76	19	3303	101
1992	6	73	18	3367	97
1993	8	76	14	3157	98
1994		94		3096	94
1995		81		2871	81
1996		77		2871	77
1997		69		3572	69
1998		69		3640	69
1999		69			69
2000		69			69
2001		69		2104	69
2002		69		2104	69
2003		69		2104	69

Indicadores económicos

Para elaborar una tonelada de harina de pescado (y como sub-producto 350 litros de aceite) se requieren en promedio 5.5 toneladas de pescado fresco. Una vez procesado, el precio del producto se eleva de manera importante, alcanzando hasta 10 veces más que su valor original en fresco, pues la tonelada se comercializa entre \$350 y \$450 dólares americanos y el aceite en aproximadamente \$100 dólares americanos. Básicamente este producto es comercializado en México, aunque en algunas temporadas se exporta a otros países (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Por cada tonelada de pescado fresco se elaboran 25 cajas de sardina (cada caja de sardina contiene 48 latas). La caja de sardina se comercializa en promedio a \$27 dólares americanos. Este también es un producto de consumo nacional y realmente es hasta recientemente que se ha exportando sardina enlatada (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Una mínima fracción de la captura se comercializa fresco congelado (1%), para consumo humano, carnada o se utiliza como alimento fresco en cultivo de peces marinos. El precio de venta, en este caso puede llegar hasta los \$400.0 dólares americanos por tonelada, siendo una parte exportada a Australia, Asia y EUA (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Este tipo de comercialización tiende a crecer, particularmente en Ensenada, en donde prácticamente desapareció tanto la industria harinera como la conservera y por tal motivo esta forma de comercio puede llegar a convertirse en una actividad importante en esa localidad, además de generar empleos en tierra.

Aunque en años recientes México ha incrementado sus exportaciones de sardina enlatada, también es cierto que ha incrementado la importación de harina de pescado. Por ejemplo, en 1999 se importaron 22,645 t de harina de pescado con un valor de 11.68 millones de USD (SEMARNAP, 2000), es decir 516 dólares por tonelada. La importación obedece, por un lado, al desplome de las descargas de anchoveta en Ensenada, que se destinaban hasta en un 98% a la harina de pescado. Por otro lado, se tiene la enorme oferta de harina de buena calidad (no necesariamente más barata) procedente de Chile y Perú, en donde las pesquerías se han recuperado después del colapso durante la década anterior y pueden garantizar grandes volúmenes de harina.

Destino y presentación del producto

En esta pesquería, las capturas totales se destinan básicamente a dos procesos: al enlatado para consumo humano directo (15%) y a la elaboración de harina y aceite de pescado (84%), la cual es la materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para aves, ganado y animales acuáticos (camaronicultura). Una mínima fracción de la captura se comercializa fresco congelado (1%) (Nevárez-Martínez *et al.* 2004), aunque esto rubro tiende a crecer debido a los “ranchos” atuneros.

En todos los puertos existen los procesos industriales señalados, sólo que la proporción de los totales descargados que se orientan a cada destino varía en cada puerto. Por ejemplo, en Ensenada, cuando estaban en auge las capturas de anchoveta, básicamente el 100% se destinaba a la elaboración de harina y aceite de pescado (García-Franco *et al.* 1995a), mientras que en la actualidad se ha invertido la situación, con al menos dos terceras partes orientándose a la elaboración de conservas o fresco congelado. En el caso de Bahía Magdalena, Sinaloa y Sonora, el destino que se le da a este recurso es al enlatado (15-20%) y la mayor proporción a la elaboración de harina y aceite de pescado (80-85%) (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1995; Félix-Uraga *et al.* 1996; Martínez-Zavala *et al.* 2000).

La eficiencia de operación, a finales de los 1980's, de las plantas enlatadoras era de 29% y de las harineras de 65%, con eficiencia total promedio del 53% (Tabla 2) (Cisneros-Mata *et al.* 1989).

Tabla 2. Volúmenes de procesamiento e índice de eficiencia promedio (I.E.) de la planta industrial procesadora de sardina (Cisneros-Mata *et al.* 1989).

Proceso	Privado (t)	Público (t)	Social (t)	Total (t)	Potencial* (t)	I.E.(%)
Enlatado	34,240	39,092		73,332	249,063	29.4
Harina	267,923	29,867	13,142	310,935	480,631	64.7
Total	302,163	68,959	13,142	384,267	729,694	52.7

* Considerando que trabajen 15 días del mes y la capacidad de operación sea 1,361 y 2,626.4 TM/8 hora de trabajo (SEPESCA 1987).

Sin embargo, los cambios que se presentaron en la composición y los montos de las capturas en los puertos de Ensenada y Sonora, durante principios de los 1990's, ocasionaron que una parte importante de la planta industrial sufriera pérdidas y se deteriorara, quebrando un

número importante de estas plantas (Nevárez-Martínez *et al.* 2001). Lo anterior implica que el potencial de procesamiento en la actualidad es inferior al referido en la tabla 2, y si se considera el incremento en la producción total de los pelágicos menores (alrededor de 15% mayor con respecto a 1987), indicaría que, en 2002-2003, el índice promedio de eficiencia debe ser mayor, en al menos un 10% (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

En la tabla 3 se muestra la capacidad y número de plantas en el litoral del Pacífico, aunque no necesariamente son específicas para industrializar peces pelágicos menores.

Tabla 3. Plantas procesadoras en operación en el Pacífico mexicano.

Año	Reducción		Enlatado		Congelado	
	No. plantas	Capacidad (t h ⁻¹)	No. plantas	Capacidad (t h ⁻¹)	No. plantas	Capacidad (t h ⁻¹)
1981	51	477	33	210	89	60
1987	38	495	35	282	122	65
1995	44	440	44	339	201	105
1996	44	441	44	339	201	104
1997	16	141	35	250	160	145
1998	16	141	35	240	164	160

Ya que en esta pesquería las capturas totales se destinan básicamente al enlatado (15%) y a la elaboración de harina y aceite de pescado (84%), la comercialización inicial de la materia prima se realiza en playa. Es decir, cada barco que llega con captura de peces pelágicos menores, lo vende directamente a una planta, la cual le va a dar valor agregado al enlatarlo o transformarlo en harina y aceite de pescado. El precio de venta depende del destino que se le vaya a dar a la materia prima, siendo de \$64.0 dólares americanos por tonelada para el enlatado y de \$45.0 dólares americanos para harina y aceite (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). En general, la cadena productiva es la siguiente:

Conservas	Harina y aceite
Flota pesquera	Flota pesquera
Participan hasta nueva pescadores por barco (libres o agrupados en cooperativas), además de los armadores.	Participan hasta nueve pescadores por barco (libres o agrupados en cooperativas), además de los armadores.
Plantas enlatadoras	Plantas harineras
Participan particulares o inversionistas, profesionales y asalariados; emplea de cientos en el proceso	Participan particulares o inversionistas, profesionales y asalariados; emplea algunas decenas hasta cientos de trabajadores en el proceso.
Comercialización y transportación	Comercialización y transportación
Participan particulares o inversionistas, transportistas, mayoristas (particulares o grandes firmas comerciales); emplea varias decenas de trabajadores	Participan particulares o inversionistas, transportistas, mayoristas (particulares o grandes firmas comerciales); emplea a varias decenas de trabajadores

MANEJO

Medidas administrativas

El seguimiento constante de las pesquerías de pelágicos menores mediante su monitoreo y evaluación han resultado en la instrumentación de medidas de manejo, las cuales han tenido varias modificaciones a lo largo del tiempo (Nevárez-Martínez *et al.* 2004):

Históricos

- Para la anchoveta nortea capturada en Ensenada, se implementó de manera extraoficial desde finales de la década de los años setenta una longitud mínima de captura de 100 mm de longitud patrón.
- En 1983, en el Golfo de California, se establecieron tallas mínimas de 150 mm de longitud patrón para la sardina monterrey y de 160 mm para la sardina crinuda, permitiéndose un margen de hasta 20% por debajo de estas tallas.
- En 1985, en el Golfo de California, se decretó como zona de veda la costa occidental de B.C., del 8 de agosto al 21 de septiembre. Con esta medida se protegía a los juveniles. También se prohibió la operación de barcos sin refrigeración en bodega más allá de 40 millas náuticas de su puerto base.
- En 1987 se ratifican los acuerdos de 1983 relativos a las tallas mínimas de las sardinas monterrey (150 mm) y crinuda (160 mm) en el Golfo de California, y de anchoveta (100 mm) en Ensenada, con un límite máximo de 30% de captura por debajo de esta talla como pesca incidental. Además se acordó mantener el tamaño de la flota de Sonora y Baja California, así como su capacidad de acarreo en las mismas condiciones que en la temporada 1985/86.
- De 1987 a 1990 se decretaron vedas zonales durante el verano, concertadas entre el sector productivo y la entonces Secretaría de Pesca.
- En diciembre de 1993, en el Golfo de California, se decretó una veda de reproducción de dos semanas como medida tendiente a la recuperación de la pesquería de la sardina monterrey.

Vigentes

- El aprovechamiento de los peces pelágicos menores actualmente se rige por la norma oficial mexicana NOM-003-PESC-1993. Esta NOM, publicada el 31 de diciembre de 1993, entre otras cosas, establece que la talla mínima de captura para la sardina monterrey es, para todo el Océano Pacífico incluido el Golfo de California, de 150 mm de longitud patrón; para la sardina crinuda de 160 mm de longitud patrón y para la anchoveta de 100 mm de longitud patrón. También establece que el esfuerzo pesquero aplicable a la captura de todas las especies de pelágicos menores, no podrá incrementarse en las aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico comprendidas al norte del paralelo de los 20 grados de latitud norte, incluido el Golfo de California.

Asociado a lo anterior, se establece que sólo se podrá autorizar la incorporación de nuevas embarcaciones en las pesquerías de sardina, anchoveta y macarela, dentro del área señalada antes, si tales unidades cuentan con sistemas adecuados de refrigeración y substituyen a embarcaciones actualmente permitidas que se hubieran mantenido activas en estas pesquerías. Además, establece la posibilidad de aplicar vedas asociadas a la reproducción.

- Actualmente también existe la Carta Nacional Pesquera (CNP) publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de marzo de 2004. En la ficha técnica correspondiente a los peces pelágicos menores, se anotan prácticamente los aspectos más importantes que contiene la NOM, y se menciona además que la captura incidental no sea mayor del 30% en número de individuos desembarcados por temporada.
- Adicionalmente, desde 1993 y hasta la fecha, en el Golfo de California se han acordado suspensiones de pesca, por zona o totales, en los meses de agosto y septiembre, propuestas por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas y concertadas entre los sectores productivo y administrativo. Las propuestas se presentan como parte de la agenda en las reuniones informativas trimestrales que se realizan en Guaymas, Sonora. Es decir, el manejo de esta pesquería se ha facilitado mediante el diálogo abierto en reuniones periódicas entre los sectores. Ello ha resultado en un ambiente de cooperación reflejado no sólo en la aceptación de las propuestas de manejo, sino en el apoyo de los industriales a la investigación pesquera.

Análisis cuantitativo

La pesquería de pelágicos menores tiene una historia de más de 34 años de colecta de información derivada del muestreo continuo de las capturas comerciales en todos los puertos de descarga, así como registros oficiales de captura por viaje, realizada por Instituto Nacional de La Pesca. Las bases de datos incluyen información ambiental obtenida de los centros del Servicio Meteorológico Nacional y de mareografía de la UNAM. Se cuenta también con información de cruceros oceanográfico-pesqueros, en particular una serie de 39 cruceros de prospección realizados estacionalmente en el Golfo de California a partir de 1990.

Métodos

Para el análisis técnico se han aplicado modelos diseñados para utilizar datos de las pesquerías con el propósito de simular la dinámica de la población de sardina monterrey (y el resto de las especies) y estimar su rendimiento y disponer de los fundamentos confiables para la predicción y establecer las propuestas de manejo para las diferentes especies y regiones. A continuación se describen las características y los resultados más importantes de dichos modelos:

Costa occidental de la península de Baja California

Sardina Monterrey

La evaluación de biomasa de sardina Monterrey de la corriente de California, incluyendo la costa occidental de Baja California se realizó con el modelo CANSAR (Catch at Age

Analysis for Sardine, Conser *et al.* 2003). Este es un modelo estructurado para evaluación de poblaciones derivada del modelo CAGEAN (Deriso *et al.*, 1996). El modelo CANSAR utiliza diversos índices de abundancia independientes de la pesquería: Producción de huevos, Abundancia, Área de desove, Biomasa desovante, y Captura semestral. El modelo fue diseñado para utilizar datos de las pesquerías de California, USA y Ensenada, México. Las predicciones se ajustan por iteración usando criterios de mínimos cuadrados para estimar los parámetros de la pesquería.

La simulación se basa en una Matriz de Leslie para una población de sardinas de 0 a 5 años de edad. El modelo asume que el desove ocurre en abril. La mortalidad natural (M) de 0.4 por año es constante para todas las edades e invariable en el tiempo. El modelo estima el vector de reclutamiento anual (edad 0) de la sardina al comienzo del segundo semestre de cada año. La biomasa se calcula sumando los productos de abundancia en edad y el peso en edad de la población. Con ese modelo se estimó que la biomasa de sardina se ha estado incrementando desde aproximadamente 10,000 t en 1983 a mas de un millón de toneladas en 2000 (Conser *et al.* 2003, 2004).

Esta tendencia creciente fue también observada mediante un análisis de redes neuronales (Cisneros-Mata *et al.* 1996b), usando datos biológicos, pesqueros y ambientales.

Mas recientemente, se investigo la dinámica de la población de sardina monterrey desembarcada en Ensenada, BC (Nevárez-Martínez *et al.* 2004b). Para esto, se uso la información de las capturas, la estructura de tallas, una clave edad-longitud promedio y parámetros de crecimiento y mortalidad natural, para el periodo de 1989 a 2003. Se encontró que el reclutamiento presentó una alta variabilidad interanual y una tendencia ascendente hasta 1998, con una ligera tendencia decreciente en los últimos años. La biomasa de sardina monterrey mostró también una tendencia creciente, con los valores mas altos en los últimos años, con biomasa cercanas a las 600,000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004b) en aguas de Baja California.

Se valoró además el efecto de la pesca, utilizándose para esto el modelo predictivo de Thompson-Bell (Nevárez-Martínez *et al.* 2004) que permite evaluar el efecto que tiene sobre la población y la pesquería, el que se capturen diferentes porcentajes de organismos menores de una cierta talla (por ejemplo, la talla mínima legal), en este caso menor de 175 mm de longitud patrón. Los resultados indicaron que la captura de 30% de organismos menores de 175 mm, tiene como efecto incrementar ligeramente el rendimiento (1%), pero la biomasa media aumenta aproximadamente un 10%, con respecto a los niveles actuales.

En la zona de Bahía Magdalena, las evaluaciones también indican fuertes reclutamientos después de 1981, particularmente en las clases anuales 1984 (alrededor de 250 millones de sardinas), 1989 (alrededor de 170 millones de sardinas) y 1993 (alrededor de 350 millones de sardinas) (Félix-Uraga *et al.* 1996). Algo similar ocurrió en 1998-1999 (Félix-Uraga, CICIMAR, comunicación personal)

Golfo de California

En Sonora constantemente se realizan análisis de diversa índole para determinar el estado de los recursos y de la pesquería. Los análisis se basan en información derivada de la pesquería, de datos ambientales de registro continuo, y cruceros oceanográfico-pesqueros.

Sardina Monterrey

Para determinar el impacto de la pesquería en la población de sardina monterrey del Golfo en los últimos años, se hizo un análisis de cohortes (Nevárez-Martínez *et al.*, 1997) para capturas estructuradas por tallas (Jones, 1984). La ecuación básica del análisis de cohortes por tallas es:

$$N_t = (N_{t+1} e^{-m\Delta t/2} + C_t) e^{-M\Delta t/2}$$

donde:

N_t = Número de individuos al tiempo t ,

Δt = Tiempo requerido para crecer desde el inicio hasta el final del intervalo de longitud

C_t = Captura en el intervalo de tiempo Δt

Puesto que el modelo supone condiciones de equilibrio dinámico, se construyeron distribuciones promedio de captura por talla a partir de varias distribuciones anuales (1991-93, y 1993-1996) (Jones, 1984).

La pesquería de sardina Monterrey, en términos de captura fue similar durante las dos temporadas de pesca 1991/92 y 1992/93 y en las tres temporadas siguientes (1993/94 a 1995/96), pero muy diferentes entre los dos periodos. En consecuencia, se utilizaron las distribuciones de longitud de las dos primeras temporadas para evaluar el periodo 1991/93 y las siguientes tres temporadas para evaluar el periodo 1993/96.

El análisis indicó un incremento en el reclutamiento entre ambos periodos. Es factible que ello se relacione con la variabilidad ambiental (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995; Shannon *et al.* 1988), y al reclutamiento denso-dependiente de la especie (Cisneros-Mata *et al.* 1996a).

Con base en un análisis de población virtual, VPA (Gulland 1965), se encontró que la población de adultos reproductores aumentó lentamente desde 1973 hasta 1986, para luego decrecer en 1987 (Cisneros-Mata *et al.* 1995). La disminución poblacional alcanzó sus niveles más bajos en 1989-92 y se reflejó directamente en las capturas de la flota sardinera. Este marcado descenso fue seguido por un fuerte incremento a partir de 1992/93 (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Los cruceros de pesca de prospección indican que si bien hay una gran cantidad de juveniles, la población de sardina Monterrey ya no está creciendo al mismo ritmo que al inicio de los años noventa (Cisneros-Mata *et al.* 1997b).

Acorde a la variabilidad temporal de la biomasa de la sardina monterrey, se han realizado varias evaluaciones del rendimiento sostenible. En las condiciones actuales en que la sardina está en recuperación, se estima una captura máxima de 170,000 t por temporada (Nevárez-Martínez *et al.* 1997). En 1996/97 aumento el rendimiento potencial de más de 210,000 t, pero decayó a 60,000 t durante El Niño 1997/98 (Martínez-Zavala *et al.* 2000), manteniéndose bajo durante La Niña 1998/2000 (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). En las ultimas temporadas el rendimiento máximo sostenible se ha mantenido en alrededor de 210,000 t.

Otro análisis explora los valores de mortalidad por pesca que en el largo plazo optimicen tanto el rendimiento biológico como el económico (Nevárez-Martínez *et al.* 1999). El estudio se basó en un modelo dinámico, bio-económico, aleatorio, estructurado por edad. Fue calibrado por iteración con datos de captura observados durante 18 temporadas de pesca (1972-73 a 1989-90). El modelo incluye cambios aleatorios en el reclutamiento (mediante un generador de variabilidad aleatorio incorporado en el modelo de reclutamiento), a su vez dependiente de la densidad (Nevárez-Martínez *et al.* 1999).

El rendimiento promedio estimado como óptimo desde los puntos de vista biológico y económico es de 220,000 t por año para una relación costo-beneficio a largo plazo de 1.1. Se encontró que el punto de referencia adecuado para esta pesquería es $0.9 F_{RMS}$ lo cual equivale a un valor de $F=0.26$ por año. Es decir, la F que maximiza la relación costo-beneficio es 90% de la F que maximiza el rendimiento máximo sostenible desde el punto de vista biológico (Nevárez-Martínez *et al.* 1999).

Un aspecto importante en el manejo de estos recursos es determinar el efecto de la pesca de juveniles y de adultos en estado de gravidez. Para la sardina Monterrey se investigaron dichos aspectos mediante un modelo dinámico estructural con resolución mensual (Cisneros-Mata *et al.* 1998). La ecuación general del modelo es:

$$B_{a,m} = W_a (\phi(N_{a,m-1}, \alpha) + N_{a,m-1} e^{-M_a}) f(S_{a,m}) - Y_{a,m}$$

donde:

$B_{a,m}$	= Biomasa de los individuos de edad a en el mes m
W_a	= Peso promedio a la edad a
$N_{a,m}$	= Abundancia numérica de sardinas de edad a en el mes m
$\phi(N_{a,m}, \alpha)$	= Función de reclutamiento dependiente de $N_{a,m}$ y de la edad de primera reproducción α
M_a	= Tasa instantánea de mortalidad natural a la edad a
$f(s_{a,m})$	= Forzamiento ambiental de la tasa de sobrevivencia s a la edad a en el mes m
$Y_{a,m}$	= Captura (en peso) de sardinas de edad a en el mes m

El análisis indicó que para una captura esperada de 190,000 t, pescar antes de la reproducción genera un impacto negativo al reducir la tasa de crecimiento poblacional en 7% por año. Si adicionalmente se captura 30% en número de sardinas juveniles la tasa de crecimiento se reduce en 8%. La captura real en esas condiciones disminuye también a 150,000 t. La máxima captura deseable de sardinas juveniles en todo caso es de 20% por mes. El estudio también indicó que habría consecuencias negativas en la población de sardina y la economía de la pesquería misma si se aumenta el número de barcos.

Otro análisis utilizado para valorar el efecto de la pesca en la población, con un modelo estructurado por tallas, es el modelo de Thompson-Bell (Nevárez-Martínez *et al.* 1997, 2004). Al igual que en el modelo anterior, permite valorar el efecto que tiene sobre la población el capturar diferentes porcentajes de organismos por debajo de 150 mm longitud patrón. Los resultados de este análisis indicaron que permitir la captura de hasta 30% de organismos

por debajo de los 150 mm, ocasionaría un aumento del 1.5% en el rendimiento pesquero y un aumento en la biomasa media de la población de poco más del 9.4%, con respecto a los niveles actuales. Además, considerando el patrón de explotación actual, permitiría reducir la mortalidad por pesca en poco más del 18% (Tabla 4).

Sardina crinuda

Las especies de sardina crinuda, japonesa y bocona se han evaluado utilizando modelos tradicionales (Cisneros-Mata *et al.* 1997a). La biomasa anual B y el rendimiento máximo sostenible RMS se calcularon de la siguiente forma (Pauly, 1984; García *et al.* 1989):

En ambas ecuaciones, Y es captura anual en peso, F y M son las tasas instantáneas anuales de mortalidad por pesca y natural, y F_{RMS} es la F que produce el rendimiento máximo sostenible (RMS). Para sardina crinuda, y bajo las condiciones de equilibrio que supone el modelo, la biomasa media anual en el período de 1991 a 1996 fue de 62,000 t, y el RMS de 54,000 t (Cisneros-Mata *et al.* 1997a).

$$B = Y/F$$

y

$$RMS = \frac{(F_{RMS} B)^2}{2F_{RMS} B - Y}$$

En evaluaciones más recientes, para la sardina crinuda se ha utilizado el análisis de cohortes de Jones (Martínez-Zavala *et al.* 2000) basado en datos de distribuciones de frecuencia de las capturas suponiendo también condiciones de equilibrio. Para el periodo 1996-1998 el RMS fue de alrededor de 41,200 t, y una biomasa media de 27,500 t. Para el periodo 1998-2003 el RMS fue de casi 44,000 t y la biomasa media fue de casi 30,000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Estas cifras se aplican a *O. libertate*, que comprende casi el 100% de las descargas de crinuda en Sonora.

Tabla 4. Efecto en la población y la pesquería de sardina monterrey y crinuda de capturar organismos menores a la talla mínima legal. B indica biomasa media, F mortalidad por pesca. La letra significa cambio, y esta expresado en porcentaje.

% menor a la talla mínima legal	Δ captura (%)	ΔB (%)	ΔF (%)
Sardina monterrey			
5	0.033	0.221	-0.486
10	0.030	0.199	-0.427
20	0.023	0.151	-0.308
30	0.015	0.094	-0.180
40	0.006	0.038	-0.070
45 (actual)	0.000	0.000	0.000
50	-0.005	-0.032	0.055

% menor a la talla mínima legal	Δ captura (%)	ΔB (%)	ΔF (%)
Sardina crinuda (160 mm)			
5	4.2	19.0	-29.8
10	3.7	16.8	-26.1
20	2.7	12.3	-18.7
30	1.7	7.4	-11.0
40	0.5	2.1	-3.1
45 (actual)	0.0	0.0	0.0
50	-0.9	-3.7	5.3

Debido a la abundancia de sardina crinuda en temporadas El Niño, es importante para el CRIP Guaymas pronosticar su captura. Mediante un modelo de regresión basado en datos históricos de temporadas El Niño, se estimó una captura de 50,000 t para 1997/98 (Cisneros-Mata *et al.* 1997a). La captura registrada en esa temporada fue de 62,000 t. Un modelo predictivo parecido se ha aplicado cada año, para toda la pesquería (todas las especies), obteniendo siempre resultados satisfactorios (Martínez-Zavala 2004), pues la captura observada ha estado dentro del intervalo de confianza del 95%, siempre mas cercano al limite superior.

Al igual que para la sardina monterrey, para valorar el efecto que la pesca tiene sobre la población si se capturan diferentes porcentajes de organismos por debajo de la talla mínima legal, se utilizó un modelo de Thompson-Bell estructurado por tallas (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Los resultados de este análisis indicaron que permitir la captura de hasta 30% de organismos por debajo de los 160 mm, ocasionaría un aumento del 1.7% en el rendimiento pesquero, un aumento en la biomasa media de la población de poco más del 7.4%. Además, considerando el patrón de explotación actual, requeriría reducir la mortalidad por pesca en poco más del 11% (Tabla 4) (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Macarela

Martínez-Zavala *et al.* (2000) estimaron, utilizando un análisis de cohortes estructurado por tallas, que el RMS fue de 2,294 t y la biomasa media de cerca de 2,000 t, lo anterior para el periodo de 1996-1998. Un análisis preliminar (Nevárez-Martínez, CRIP Guaymas, datos no publicados) indica que para el periodo 1998-2003 el rendimiento y la biomasa aumentaron en un orden de magnitud.

Sardina japonesa

Cisneros Mata *et al.* (1997) estimaron, utilizando modelos de producción excedente para la sardina japonesa, estimaron una biomasa media de 6,900 t y un RMS de 5,572 t, para el periodo de 1991 a 1996. Para el periodo 1996-2003, el RMS estimado fue de 4,329 t y la biomasa media fue de 8,968 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Anchoveta

En el Golfo de California se han realizado dos evaluaciones de biomasa de anchoveta por el Método de Producción de Huevos. La biomasa de adultos aumentó de 105,100 t en 1991 (Cotero-Altamirano y Green-Ruiz, 1997) a 235,000 t en 1994 (Cotero-Altamirano, CRIP Ensenada, com. pers.).

Para estas especies se recomienda una tasa de explotación (F/Z) de 0.25 (Beddington y Cooke, 1983). Con una tasa de mortalidad natural M de 0.95 (Cisneros-Mata *et al.* 1997b), y con la media de ambas estimaciones de biomasa, por aproximaciones sucesivas usando la fórmula para biomasa arriba descrita, se tiene que el rendimiento adecuado para la anchoveta podría ser de 51,000 t.

Cisneros Mata *et al.* (1997b) estimaron, con los modelos de producción excedente, una biomasa media de 13,330 t y un RMS de 10,682 t. Para el periodo de 1996 a 2003 se estimó una biomasa media de 4,493 t y un RMS de 2,570 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Bocona

Cisneros Mata *et al.* (1997b) estimaron, con los modelos de producción excedente, una biomasa media de 11,240 t y un RMS de 11,100 t. Sin embargo, para el periodo de 1996 a 2003, se estimó una biomasa media de poco más de 233,000 t y un RMS de 71,100 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Estado actual de la pesquería

Costa occidental de la península de Baja California

- Sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*):

En Ensenada, las expectativas, en términos de disponibilidad de recurso para la flota son buenas, ya que los niveles de biomasa siguen siendo altos (Conser *et al.* 2004; Nevárez-Martínez *et al.* 2004b). Sin embargo, debido a los problemas que existen en la fase de industrialización-comercialización, la expectativa de la pesquería en su conjunto no es alentadora, aunque puede mejorar en la medida que se incrementen los cultivos de atún en la región o en otros lugares del mundo en donde se esta promoviendo esta actividad. Lo anterior podría permitir a la flota actual incrementar su índice de utilización de su capacidad de acarreo.

En Bahía Magdalena, la disponibilidad de este recurso también es alta. Después del impacto de El Niño 1997/98 y La Niña 1998/99 el ambiente ha regresado a condiciones favorables para la sardina, esperándose que las capturas de esta especie se mantengan en los mismos niveles de los últimos tres años, es decir, entre 30,000 t y 40,000 t.

- Macarela (*Scomber japonicus*):

En Ensenada y Bahía Magdalena se espera que después de su máximo histórico en 1998,

la captura de macarela se mantenga en las cifras promedio, es decir, en Ensenada alrededor de 8,000 t y en Bahía Magdalena capturas alrededor de 1,000 t.

- Anchoqueta norteña (*Engraulis mordax*):

La población de anchoqueta y las capturas en la costa de Baja California siguen deprimidas, por lo que no se espera que aporte más del 5% del total descargado (capturas menores a las 1,000 t).

- Sardina crinuda (*Opisthonema spp.*):

En Bahía Magdalena, se espera que la biomasa y captura de crinuda se mantenga alrededor del promedio del 2000 al 2002, es decir alrededor del 3-6% del total descargado, lo que equivaldría, considerando a las capturas promedio de los últimos tres años, a niveles de captura entre 1,600 y 3,200 t.

Golfo de California

- Sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*):

Esta especie está recuperada del colapso del inicio de la década anterior y de los eventos El Niño 1997/98 y La Niña 1998/00. Si continúa la tendencia creciente de la biomasa, se esperaría que las capturas de esta especie sigan aumentando, aunque de mantenerse en los niveles de los cinco últimos años, las capturas esperadas oscilarían entre las 120,000 y 200,000 t, en el Golfo de California.

- Sardina crinuda (*Opisthonema spp.*):

En Sonora, se espera que mientras las capturas de sardina Monterrey se mantengan dentro las mencionados arriba, la disponibilidad y captura de crinuda continuará siendo más alta que el promedio, es decir superior a las 30,000 t.

En Sinaloa, se espera que las capturas de crinuda se mantengan en niveles promedio, con una tendencia a la alza, es decir capturas mayores a 15,000 t.

- Sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*):

Este componente de la pesquería, tanto en Sonora como en Sinaloa, ha aumentado su disponibilidad a tal grado que en los últimos años ha sido la tercera y segunda especie más importante en las descargas (Sonora) y la primera en Sinaloa. Sin embargo, la tendencia actual es a mantener o incluso disminuir su aportación al monto total de las capturas, particularmente en Sonora. Considerando el comportamiento de las últimos tres temporadas (2000/01 a 2002/03), en Sonora se esperarían capturas entre 10,000 t y 60,000 t. En Sinaloa, es probable que esta especie aporte capturas entre 15,000 t y 30,000 t.

- Anchoqueta norteña (*Engraulis mordax*):

Aunque la biomasa de anchoqueta del Golfo se encuentra entre 100,000 y 235,000 t, por problemas de índole tecnológicos no hay una pesquería dirigida particularmente a esta

especie. Sin embargo, esta especie representa un recurso potencial importante, sobre todo para la elaboración de harina y aceite de pescado, con potenciales de al menos 5,000 t por temporada.

- Macarela (*Scomber japonicus*):

En Sonora, al igual que en la costa occidental de la península de Baja California, se espera que después de su máximo histórico en 1998/99, la captura de macarela se mantenga dentro de las cifras promedio, es decir, alrededor de 7,000 t, aunque puede oscilar entre 4,000 t y 15,000 t.

- Japonesa (*Etrumeus teres*):

En Sonora, al igual que en Bahía Magdalena, no se esperan capturas superiores al promedio, es decir, capturas alrededor de las 2,500 t.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Las fluctuaciones naturales de las poblaciones de peces pelágicos menores influyen directamente en la administración (Nevárez-Martínez 2000), particularmente en la toma de decisiones sobre el tamaño de la flota. El principal problema de esta pesquería es que la demanda industrial de materia prima rebasaba con mucho la biomasa disponible. Esta demanda excesiva estimuló en el pasado el crecimiento de la flota a niveles que eran poco rentables, pero que al presentarse cambios abruptos en la disponibilidad del recurso, ocasionó que una parte importante de la planta industrial sufriera pérdidas y se deteriorara, quebrando un número importante de esas plantas y un número superior al 50% de la flota que operaba en esos años (entre 1989 y 1993). Hoy día, la capacidad de procesamiento de peces pelágicos menores en Sonora es de 500,000 t/año de materia prima en peso vivo, y la oferta natural es de 375,000 t (Cisneros-Mata *et al.*, 1996c), habiendo un mejor balance. Con la implantación de la NOM, en este momento esta pesquería es prácticamente una pesquería de acceso restringido.

La capacidad de acarreo de los barcos activos del Golfo de California es suficiente para capturar más de 375,000 t/año, aunque actualmente operan con una eficiencia superior al 80%. En consecuencia, y haciendo énfasis en el potencial biológico de todo el conjunto de especies de pelagicos menores, no se justifica un incremento en el tamaño de la flota (Cisneros-Mata *et al.* 1996c; Nevárez-Martínez *et al.* 2004).. Lo mismo aplica para las flotas de las diferentes zonas de pesca, y es particularmente cierto para Ensenada, en donde la flota tiene el más bajo índice de utilización de su potencial de pesca (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Esto implica que el tamaño de la flota en cada área debería quedar de la siguiente manera: 32 barcos en Sonora, 12 barcos en Baja California (Ensenada), 5 barcos en BCS (Bahía Magdalena), y 5 barcos en Sinaloa (Mazatlán) (Nevárez-Martínez *et al.* 2004).

Se está explorando la aplicación de programas de pesca basados en el tamaño de las existencias, medidas por lo menos anualmente mediante técnicas de hidroacústica. Se prevé seguir desarrollando más modelos para predicción, calibrados con información independiente de la pesquería, además de la derivada a partir de esta. Se utilizarán datos de cruceros, de estaciones de monitoreo ambiental, estructura de edad, y reproducción. La resolución mensual se seguirá explorando para afinarla y que pueda ser utilizada como herramienta de pronóstico y manejo en el corto plazo.

Las variaciones de abundancia y disponibilidad a las que están sujetos los pelágicos menores, hacen que sea muy difícil predecir cambios de biomasa a largo plazo, sin embargo se seguirán explorando y afinando el modelo con que actualmente se cuenta (Nevárez-Martínez 2000). En tales circunstancias, una opción es aplicar una tasa fija de explotación (Walters y Parma, 1996). Si este fuera el caso, para la sardina monterrey del Golfo de California se estimó que este nivel de mortalidad por pesca no debe ser mayor a 0.22/año (Nevárez-Martínez *et al.* 1999).

El crecimiento poblacional de la sardina se relaciona con la edad de primera reproducción, y esta varía interanualmente (Nevárez-Martínez *et al.* 2004). Cuando la edad de primera reproducción disminuye se reduce también el impacto de la captura de sardina pequeña, siempre y cuando se permita la reproducción antes de la captura. Esto es importante puesto que entonces la talla legal de primera captura debe ser variable y el manejo muy dinámico.

Para la pesquería de Ensenada, existe la posibilidad de aumentar el rendimiento de sardina Monterrey si la talla mínima legal se coloca en 170-175 mm y si la tasa de mortalidad por pesca (F) es igual o menor a la tasa de mortalidad natural (M), que para esa área es de $M = 0.4-0.45/\text{año}$. Para la macarela se ha hecho la recomendación que la talla legal de captura sea de 315 mm (García y Sánchez, 1997).

El sector industrial manifestó interés en que se le permita una proporción de captura por debajo de la talla mínima legal. Esto ya fue evaluado, determinándose que no debe ser mayor al 30% de las capturas totales por año (DOF 15 marzo 2004; Nevárez-Martínez *et al.* 2004), lo cual ya está contemplado en Norma Oficial que se encuentra en proceso de revisión.

Para el Golfo de California, es preciso hacer valer las medidas acordadas en las reuniones trimestrales (entre el sector sardinero, autoridades federales y estatales y el CRIP Guaymas). Esta es la mejor forma de ejercer un manejo participativo que la pesquería demanda. Si esto ocurre, por el momento las tallas legales de captura debieran permanecer como se recomendó en la modificación de la Norma que está en proceso de revisión. La talla para sardina Monterrey debe quedar, al menos hasta que las investigaciones no indiquen otra cosa, en 150 mm, con un máximo de 30% en número por oscuro como captura incidental. Se debe apoyar el desarrollo de la pesca y mercado de anchoveta del Golfo de California. Como medida de manejo, esto liberaría la presión que se ejerce sobre la sardina Monterrey, la especie objetivo en este momento.

Campos de colaboración

En el Golfo de California, la colaboración de CANAINPES, UNAM, CICIMAR con el INP ha resultado en la ejecución de cruceros experimentales para estimar la biomasa por

ecointegración. Se continuará con estos cruceros, que además se aprovechan para hacer estudios de productividad primaria, plancton y oceanografía física. En ellos participan investigadores de CICIMAR, CIBNOR y DICTUS.

En la costa occidental de la península, deberá continuar la participación del INP en el Programa IMECOCAL coordinado por CICESE, que pretende ser una extensión del Programa CalCOFI, que tienen como objetivo el monitoreo ambiental y biológico de la corriente de California (en la región occidental de la Península de Baja California), hábitat de los pelágicos menores. Los Programas cuentan con la participación, además del INP, CICIMAR, CIBNOR, CICESE, ICMYL, por parte de México, y Scripps, SWFSC y CDFG, por parte de los Estados Unidos.

El manejo de estos recursos se vería beneficiado con la integración y formalización de comités locales de pesca responsable. Deben participar INP, industria, gobiernos locales y federales, además de instituciones académicas interesadas. Esto es relativamente fácil de lograr puesto que existen dos antecedentes. Cada tres meses se reúnen en Guaymas representantes de la industria, Gobierno de Sonora, y autoridades de Pesca, convocados por el CRIP Guaymas. Se discute el desarrollo de la pesquería, y el CRIP proporciona informes técnicos sobre el estado de la pesca y condiciones ambientales. En forma oportuna se muestran resultados de cruceros que la propia industria y, en ocasiones, el gobierno del estado ayuda a financiar.

Por otro lado, cada año, a partir de 1992, se reúne el Comité Técnico de Pelágicos Menores. Este se conforma por representantes de la industria y del sector académico, además del INP. En cada taller se presentan avances en la investigación sobre ecología, pesquerías y manejo de pelágicos menores de México. Por ejemplo, en junio de 2000, en Ensenada (BC), el tema del VIII Taller anual fue "Manejo adaptativo de pelágicos Menores".

El sector productivo de Guaymas ve con interés la propuesta del INP de ejecutar un programa de marcado de sardinas en el Golfo de California. Esto es factible con la participación de CIBNOR, CICIMAR, INP y la propia industria.

Por su carácter migratorio, la población de sardina monterrey de la costa occidental de la Península de Baja California se localiza en aguas costeras de USA y México. Esto es de gran importancia para los fines del manejo de la pesquería en Baja California, pues en estos momentos, en el contexto de la evaluación de la pesquería de sardina, la estimación de biomasa que es considerada como aceptable es la que ha estado realizando el NMFS en conjunto con el CDFG, y es a partir de este estimado, y una suposición bastante cuestionable sobre la proporción, que de esa biomasa estimada, se distribuye en aguas de USA, con la cual estiman sus cuotas de capturas. En este caso USA supone que el 87% de esa biomasa se distribuye en sus aguas. Esa suposición pone a México en una posición desventajosa en muchos aspectos, biológicos, ecológicos y económicos, pero especialmente porque este supuesto no está claramente sustentado. Es altamente recomendable realizar investigaciones conjuntas para definir, de manera clara y objetiva, el patrón de distribución real de la sardina en la región de California-Baja California. Esto podría tal vez hacerse en el marco de MEXUS-PACIFICO.

REFERENCIAS

- Anónimo. 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2001. CONAPESCA, SAGARPA
- Arenas, F. P., R. J. Hunter y L. D. Jacobson. 1996. The 1994 México-U.S. spawning biomass survey for Pacific sardine (*Sardinops sagax*) and the 1995 CalCOFI Sardine Symposium. CalCOFI Rep. 37: 129-133.
- Bakun, A. y R.H. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current systems. CalCOFI Rep. 23: 99-112.
- Beddington, J.R., y J.G. Cooke. 1983. The potential yield of fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 242: 47 pp.
- Berry, H. y I.Barret. 1963. Gillraker analisis andspeciation in the thread Herring Genus *Opisthonema*. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 2(VII): 1-153.
- Cadet, H.H. y L. Berner. 1959. Food of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Fishery Bulletin 164 (60): 171-183.
- CalCOFI. 1961. Review of the pelagic wet fisheries during the 1959-60 season. CalCOFI Rep. 8: 13-16.
- Castro-González, J.J y O.M. Tapia-Vázquez. 1995. Frecuencia de desove de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) en la costa Occidental de Baja California, México. Ciencia Pesquera 11: 28-31.
- Chávez, H., S. Silva y J.S. Sunada, 1979. La pesquería de anchoveta (*Engraulis mordax*) en California y Baja California durante 1975, con datos sobre el desarrollo de la industria en 1976 y 1977. Serie Científica del Departamento de Pesca 20.
- Cisneros-Mata, M.A. 1987. Biología reproductiva de sardina Monterrey en la costa occidental de Baja California Sur y costa de Sonora, En: Ramírez, M. (ed.). Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B. C. S. Abril 1987: 47-53.
- Cisneros-Mata, M.A., J. P. Santos-Molina, J. A. De Anda M., A. Sánchez-Palafox y J. Estrada G. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/86). CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito). 79 p.
- Cisneros-Mata, M. A., J. A. De Anda M., J. . Estrada García, F. Páez-Barrera y A. Quiroz S. 1988. Pesquería de Sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa (Informe 1986/87 y Diagnostico). CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito). 67 p.
- Cisneros-Mata, M.A., G. J. Estrada, J. P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota y C.E. Alvarado. 1989. Diagnóstico de la Pesquería de Sardina en el Estado de Sonora. Temporada 1987/88. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito). 70 p.
- Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez-Martínez, G. Montemayor-López, J.P. Santos-Molina y R. Morales-Azpeitia. 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89 -1989/90. SEPESCA, Inst. Nal. de la Pesca. CRIP Guaymas, Sonora. 80 p.
- Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez-Martínez y M. G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. CalCOFI Rep. 36: 136-143.
- Cisneros-Mata, M. A., G. Montemayor-López y M. O. Nevárez-Martínez. 1996a. Modeling deterministic effects of age structure, density dependence, environmental forcing and fishing on the population dynamics of *Sardinops sagax caeruleus* in the Gulf of California. CalCOFI Rep. 37: 201-208.
- Cisneros-Mata, M. A., T. Brey, T. Jarre-Teichmann, W. García-Franco y G. Montemayor-López. 1996b. Redes de neuronas artificiales para el pronóstico de biomasa de sardina del Pacífico y su medio ambiente. Ciencias Marinas 22: 427-442.

- Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez-Martínez, J. P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota y M. A. Martínez-Zavala. 1996c. Pesquería de pelágicos menores del Golfo de California: pasado, presente y perspectivas para 1996/97. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cisneros-Mata, M.A., J.P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota, M.O. Nevárez-Martínez, M. Anguiano-Carrasco y M.A. Martínez-Zavala. 1997a. Pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California durante los oscuros 1 (octubre) al 3 (diciembre) de la temporada 1996/97. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, M.A. Martínez-Zavala, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos-Molina, Á.R. Godínez-Cota, y G. Montemayor-López. 1997b. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California de 1991/92 a 1995/96. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cisneros-Mata, M.A., M.A. Martínez-Zavala, E. Coto-Altamirano, W. García-Franco & F. Pérez-Barrera. 1998. Recomendaciones para el manejo de las pesquerías de pelágicos menores del noroeste de México. Dictamen Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Clark, F.N. y J.C. Marr. 1955. Population dynamics of the Pacific sardine. CalCOFI Rep. 4: 11-48.
- Conser, R.J., K.T. Hill, P.R. Crone, N.C.H. Lo, and D. Bergen. 2003. Stock assessment of Pacific sardine with Management Recommendations for 2004. Stock Assessment and Fishery Evaluation (SAFE) Reports. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR, USA.
- Conser, R.J., K.T. Hill, P. Crone, N. Lo y R. Félix-Uraga. 2004. Assessment of Pacific sardine stock for U.S. Management in 2005. Stock Assessment Review (STAR) Panel Reports. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR, USA.
- Coto-Altamirano, C. E. & Y.A. Green-Ruiz. 1997. Biomasa desovante de anchoveta (*Engraulis mordax*) en el Golfo de California. CalCOFI Rep. 38: 171-179.
- Coto-Altamirano, C. E. 2000. Biomasa desovante de anchoveta (*Engraulis mordax*) en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. CICESE.
- Deriso, R.B., T.J. Quinn, y P.R. Neal. 1985. Catch-at-age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 815-824.
- Deriso, R.B. J.T. Barnes, L.D. Jacobson y P. Arenas. 1996. Catch-at-age analysis for Pacific sardine (*Sardinops sagax*), 1983-1995. CalCOFI Rep. 37: 175-187.
- Diario Oficial de la Federación. 15 de marzo 2004. Carta Nacional Pesquera.
- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on the Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. Bull. Mar. Sci. 49(1-2): 325-332.
- Félix-Uraga, R., R.M. Alvarado-Castillo y R. Carmona-Piña. 1996. The sardine fishery along the western coast of Baja California, 1981 to 1994. CalCOFI Rep. 37: 188-192.
- Félix-Uraga R., C. Quiñónez-Velázquez y F. N. Melo Barrera. 2002. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, B.C.S. durante 2001. En: Resúmenes del X Taller de pelágicos menores, 1-3 de junio de 2002. INP-CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.
- Félix-Uraga R., C. Quiñónez-Velázquez y F. N. Melo Barrera. 2003. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, B.C.S. durante 2002. En: Resúmenes del XI Taller de pelágicos menores, 11-13 de junio de 2003. CRIP-Mazatlán, Mazatlán, Sin.

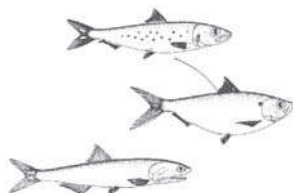
- García Franco W., A. Cota V. M.L. Granados G. y F. J. Sánchez R. 1995a. Análisis de las pesquerías de sardina y macarela durante la temporada de pesca 1992 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* (11): 1-8.
- García Franco W., A. Cota V. M.L. Granados G. y F. J. Sánchez R. 1995b. Análisis de las pesquerías de pelágicos menores durante la temporada de pesca 1993 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* (11): 9-14.
- García Franco W., A. Cota V. M.L. Granados G. y F. J. Sánchez R. 1995c. Análisis de las pesquerías de pelágicos menores durante la temporada de pesca 1994 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* (11): 15-20.
- García, W. y R.F.J. Sánchez. 1996. Proyecto Pelágicos Menores: Boletín Anual de la Temporada 1995. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la (inédito).
- García, W. y R. F. J. Sánchez. 1997. Proyecto Pelágicos Menores: Boletín Anual de la Temporada 1996. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la (inédito).
- García, W. y R. F. J. Sánchez. 2003. Análisis de la pesquería de pelágicos menores de la costa occidental de Baja California durante la temporada del 2002.: Boletín Anual 2003. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la (inédito).
- García, S., P. Sparre, y J. Csirke. 1989. Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fisheries Research* 8: 13-23.
- Garci-Crespo, R.R., M.M. Guzmán, A.P. Mora y A. Davidoff. 1982. Documento Base para la Elaboración del Plan de Acción del Sector Pesquero (1983-1985) (sardina y anchoveta). Programa de Investigación y Desarrollo Pesquero Integrado MEX/FAO (inédito).
- Gluyas-Millán M. G. 1989. Periodo de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(1): 65-72.
- Gluyas-Millán M. G. 1990. Edad, crecimiento y estructura poblacional de la macarela *Scomber japonicus* de Bahía Vizcaíno durante 1984-1986. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, BCS, México, 83 p.
- Gluyas-Millán M. G. y C. Quiñónez-Velázquez. 1996. Evidencias de distintos grupos poblacionales de macarela *Scomber japonicus*. *Ciencias Marinas* 22(3): 377-395.
- Gluyas-Millán M. G. y C. Quiñónez-Velázquez. 1997. Age, growth and reproduction of Pacific mackerel *Scomber japonicus* in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science* 61(3):837-847.
- Gluyas-Millán M. G., R. Reyes Tisnado, R. Félix Uruga, F. Guerrero Escobedo, C. Quiñónez Velázquez y F. Melo Barrera. 2003. Pesquería de pelágicos menores en Baja California Sur, 2000-2002. Informe de Investigación, CRIP-La Paz, INP-SAGARPA. 42p.
- Gluyas-Millán M. G. 2004. Biología y dinámica poblacional de la macarela *Scomber japonicus* del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias UNAM. 151 p.
- Gómez-Muñoz, V. M., Quiñónez-Velázquez, C. y Félix-Uruga, R. 1990. Distribución de las especies de carnada de la flota varera mexicana, durante 1988 a 1990. Resúmenes del II CONGRESO NACIONAL DE ICTIOLOGIA. SIMAC. SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, 1991.
- González, D.G., Jacquemin, P.P., Garci-Crespo, R.R. y Mora, A.P. 1982. México, El Mar y sus Recursos. Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Guerrero-Escobedo F. y M. G. Gluyas-Millán. 1996. Pesca de anchoveta con sistemas de arrastre de media agua en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California. *Oceanología*, año 4, Vol. 9(1):41-50.

- Hammann, M.G. y M.A. Cisneros-Mata. 1989. Range extension and commercial capture of the Northern anchovy *Engraulis mordax* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish and Game* 75: 49-53.
- Hammann, M.G., M.O. Nevárez-Martínez y Y. Green-Ruiz. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: Egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. *CalCOFI Rep.* 39: 169-179.
- Hargreaves, N.B., D.M. Ware, D.M. y G.A. McFarlane. 1994. Return of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) to the British Columbia coast in 1992. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 460-463.
- Jacob-Cervantes, M., M. Gallardo-Cabello, X. Chiappa-Carrara y A. Ruiz-Luna. 1992. Régimen alimentario de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Pisces:Clupeidae) en el Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.* 40(2): 233-238.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish Tech. Pap.* 256: 1-118.
- Kawasaki, T. & A. Kumagai. 1984. Food habitats of the far eastern sardine and their implication in the fluctuation pattern of the sardine stock. *Bull. Jap. Sci. Fish.* 50: 1657-1663.
- Kawasaki, T. 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis in fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. *Actas para la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos San José, Costa Rica, 18-29 de abril de 1983. FAO, Informe de Pesca* 3 (291):1065-1080.
- Knaggs E. H. and R. Parrish. 1973. Maturation and growth of Pacific mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn. *Calif. Dep. Fish and Game* 59:114-120.
- Lluch-Belda, D., B.F.J. Magallón y R.A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. *CalCOFI Rep.* 27: 136-140.
- Lluch-Belda, D., R.J.M. Crawford, T. Kawasaki, A.D. MacCall, R.H. Parrish, R.A. Schwartzlose y P.E. Smith. 1989. World wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8: 195-205.
- Lluch-Belda, D. S. Hernández-Vázquez y R.A. Schwartzlose. 1991. A hypothetical model for the fluctuation of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*). En: Kawasaki, T., S. Tanaka, Y. Toba & A. Taniguchi (eds). *The long-term-variability of pelagic fish populations and their environment. Proc. Int. Symp., Sendai Japan, 14-18 nov. 1989. Oxford Pergamon Press:* 293-300.
- Lluch-Belda, D., M.J. Arvizu, S. Hernández-Vázquez, D. Lluch-Cota, A.C.Z. Salinas, T. Baugartener, G. Hammann, V.A. Cota, C.E. Coto, F.W. García, O. Pedrín, S.M. Lizárraga, M.A. Martínez, R. Morales, M.O. Nevárez M., J.P. Santos M., R. Ochoa B., S.R. Rodríguez, J.R. Torres V & F. Páez B. 1995. *Atlas Pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca/Instituto Nacional de la Pesca/ Universidad de Colima (Cenedic).*
- López-Martínez, J., M.O. Nevárez-Martínez, R.E. Molina-Ocampo y F.A. Manrique-Colchado. 1999. Traslápó en el tipo y tamaño de presa que forman la dieta de la sardina Monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard 1856), la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Günther 1867) y la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Girard 1856) en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(4): 541-556.
- López-Martínez, J. 2001. Alimentación de juveniles y adultos de sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus*, en el norte de Isla Tiburón durante el invierno de 1990. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, BC, México. 127 p.
- MacCall, A. D. 1979. Population estimates for the waning years of the Pacific sardine fishery. *CalCOFI Rep.* 20: 72-82.

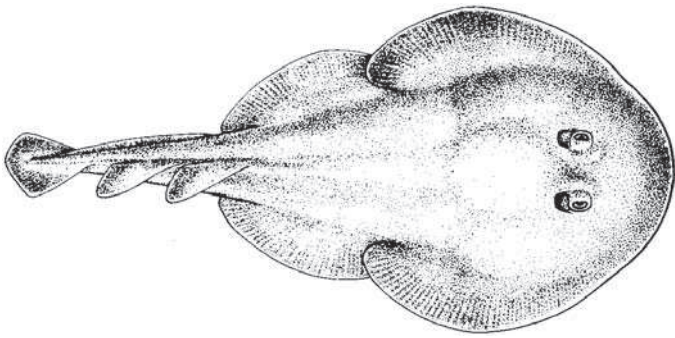
- Macewiicz, B.J., J.J. Castro-González, C.E. Coterro-Altamirano y J.R. Hunter. 1996. Adult reproductive parameters of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) during 1994. *CalCOFI Rep.* 37: 140-151.
- Martínez-Zavala, M. A., M. A. Cisneros-Mata, M. L. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina, M. O. Nevárez-Martínez, A. R. Godínez-Cota y G. Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1996/97 y 1997/98. Informe de Investigación del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Martínez-Zavala, M. A. 2004. Perspectivas de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California: pronóstico de captura para la temporada de pesca 2003/2004. Informe Técnico, CRIP Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 8 p.
- Miller, D. J. y R. N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Fish Game. Fish. Bull. 157. Sacramento. 249 pp.
- Molina-Ocampo, F.A. Manrique y H.E. Velasco. 1996. Filtering apparatus and feeding of the Pacific Mackerel (*Scomber japonicus*) in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 37: 251-256.
- Molina-Valdéz, D., F. Páez-Barrera., F. J., Magallón-Barajas., F. A. Castro F. and C. Castro-Aguirre. 1984. Análisis biológico pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora. SePesca, Inst. Nal. de Pesca. Agosto 1984. 276 p.
- Molina-Valdéz, D., B.F. Magallón, A.C. Castro & F. Páez B. 1987. Interrelación recurso-ambiente y la evaluación de la pesquería de sardina Monterrey del Golfo de California por medio de los modelos de producción. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Murphy, G. I. 1961. Oceanography and variations in the Pacific sardine population. *CalCOFI Rep.* 8: 55-64.
- Murphy, G. I. 1966. Population biology of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Proc. Calif. Acad. Sci.* 34: 1-84.
- Nevárez-Martínez, M. O., M. A. Cisneros-Mata, M. A. Martínez-Zavala y J. P. Santos-Molina. 1997. Aplicación de dos métodos para determinar el rendimiento óptimo de la sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) del golfo de California: el uso de información auxiliar. *Océanides* 13(1): 31-39.
- Nevárez-Martínez, M. O., E. A. Chávez, M. A. Cisneros-Mata y D. Lluch-Belda. 1999. Modeling of the Pacific sardine *Sardinops caeruleus* fishery of the Gulf of California, México. *Fisheries Research* 41(1999): 273-283.
- Nevárez-Martínez, M. O., D. Lluch-Belda, M. A. Cisneros-Mata, J. P. Santos-Molina, M. A. Martínez-Zavala y S. E. Lluch-Cota. 2001. Distribution and abundance of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California and their relation with the environment. *Progress in Oceanography* 49(2001): 565-580.
- Nevárez Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, C. E. Coterro Altamirano, M. L. Jacob Cervantes, Y. A. Green Ruiz, G. Gluyas- Millán, Alfredo Cota Villavicencio y J. P. Santos Molina. 2004. La pesquería de pelágicos menores (sardinas, anchovetas, macarela y afines): recomendaciones para su manejo. Dictamen Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Nevárez Martínez, M. O., C. E. Coterro Altamirano, Ma. de los A. Martínez Zavala, R. Félix-Uraga y Alfredo Cota Villavicencio. 2004. Recruitment of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in Baja California, Mexico. Program and Abstracts, Annual Conference 2004 CALCOFI, 15-18 noviembre del 2004. p. 20
- Nevárez-Martínez, M. O. 1990. Producción de huevos de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California: una evaluación y crítica. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, B. C., México. 144 pp.

- Nevárez-Martínez, M. O. 2000. Variabilidad de la población de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) en el Golfo de California, México. Tesis de Doctorado. CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional. 103 p.
- Páez, B. F. 1976. Desarrollo gonadal, desove y fecundidad de sardina crinuda (*Ghuner*) de la zona de Mazatlán basados en el análisis histológico de la gónada. Mem. Simp. Rec. Masivos de Mexico. Ensenada, Baja California, Sep. 1976. p. 207-263.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8. 325 p.
- Pedrin, O. A. y A. Ancheita A. 1976. Estadística básica de la explotación de sardina en el noroeste de México. Serie Información. INP/SI i76: 52 p.
- Quiñónez-Velázquez, C., R. Alvarado-Castillo y R. Félix-Uraga. 2000. El ambiente y la disponibilidad de sardina Monterrey en Bahía Magdalena, BCS. Resúmenes VIII TALLER DEL COMITÉ TECNICO DE PELAGICOS MENORES“ Manejo adaptativo de las poblaciones de pelágicos menores”. 14 al 16 de junio del 2000, Ensenada, BC.
- Radovich, J. 1982. The collapse of the California sardine fishery: What have we learned?. CalCOFI Rep. 23: 56-80.
- Rodríguez-Domínguez, G. 1987. Caracterización bioecológica de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, Baja California, México. 139 p.
- Schaefer, K. 1980. Synopsis of biological data on the chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn 1782, in the Pacific Ocean. In: W. Bayliff (ed.), Synopsis of Biological Data on Eight Species of Scombrids. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep. 2:395-530.
- Schwartzlose, R.A., J. Alheit, A. Bakun, T.R. Baumgartner, R. Cloete, R.J.M. Crawford, W.J. Fletcher, Y. Green-Ruiz, E. Hagen, T. Kawasaki, D. Lluch-Belda, S.E. Lluch-Cota, A.D. MacCall, Y. Matsuura, M. O. Nevarez-Martinez, R. Parrish, C. Roy, R. Serra, K.V. Shust, M.N. Ward y J.S. Zuzunaga. 1999. WORLDWIDE LARGE-SCALE FLUCTUATIONS OF SARDINE AND ANCHOVY POPULATIONS. S. AFR. J. MAR. SCI. 21: 289-347.
- SEPESCA. 1994. Normas Oficiales Mexicanas del sector pesca. SEPESCA, México.
- SEPESCA. 1987-1993. Anuarios Estadístico de Pesca. México.
- SEMARNAP. 1994-1999. Anuarios Estadístico de Pesca. México.
- Shannon, L.V., M.R.J. Crawford, G.B. Brundit y L.G. Underhill. 1988. Response of fish populations in the Benguela ecosystem to environmental change. J. Cons. Perm. int. Explor. Mer 45: 5-12.
- Sokolov, V.A. y R.M. Wong. 1973. Informe científico de las investigaciones sobre los peces pelágicos del golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1971. Programa de Investigaciones y Fomento Pesquero México/PNUD/FAO Informe Científico 2. México.
- Torres-Villegas, J.R., M.A. Reinecke-Reyes & R. Rodríguez-Sánchez. 1986. Ciclo reproductor de *Sardinops sagax* (sardina Monterrey) en el Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR 3: 52-68.
- Velarde, E., M. S. Tordesillas, L. Vieyra, y R. Esquivel. 1994. Seabirds as indicators of important fish populations in the Gulf of California. CalCOFI Rep. 35: 137-143.
- Walters, C.J. 1986. Adaptive Management of Renewable Resources. Macmillan Publishing Co. New York.

- Walters, C. y A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 148-158.
- Whitehead, P.J.P. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherring. Part 1 – Chirocentridae, clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fish. Synop. 7(125): 303 p.
- Wolf, P. 1992. Recovery of the Pacific sardine and the California sardine fishery. *CalCOFI Rep.* 33: 76-86.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Rayas
 La pesquería de Rayas
 La pesquería de Rayas

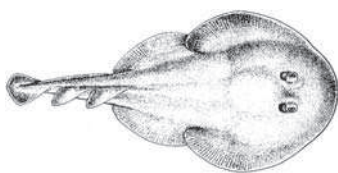
Rayas del Golfo
 de California

Rayas
 Rayas
 Rayas
 Rayas
 Rayas

Rayas

BREVIARIO

Rayas del Océano Pacífico
Especie: Rayas (<i>Rhinobatidae</i>, <i>Dasyatidae</i>, <i>Gymnuridae</i>, <i>Rhinopteridae</i>, <i>Narcinidae</i>, <i>Mylobatidae</i>, <i>Rajidae</i>, <i>Urolophidae</i>, <i>Mobulidae</i>) • Especie que se encuentra distribuidos en todos los océanos del mundo. • A la fecha se han documentado 24 especies de rayas en la pesquería artesanal del golfo de California. • Esta pesquería se realiza todo el año, con picos de esfuerzo durante la cuarésma. • La pesquería artesanal de rayas del Golfo de California es una actividad de suma relevancia socioeconómica en la región. • Se caracteriza por lento crecimiento, baja fecundidad, madurez tardía, alta longevidad y prolongados períodos de gestación.
Tendencia de la captura: Captura 1999-2000: 500 t. en 1986 alcanzando un máximo de 6,666 t. en 1996 disminuyendo a 4,944 en el 2000 y a 4,098 t. en 2002.
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: Método de Kirkwood y Walker (1986), modelo de producción de Schaefer (1957)
Estado de la Pesquería: Baja productividad
Medidas de manejo: La única iniciativa en curso es el proyecto de Norma Oficial Mexicana.
Objetivo de las medidas: Regular la captura de tiburones y rayas (NOM-029)



Las Rayas del Golfo de California

J. Fernando Márquez Farías¹
y María del Pilar Blanco Parra

¹Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán
Sábalo Cerritos s/n. Estero El Yugo. Mazatlán, Sinaloa. C.P. 82000
fermqz@yahoo.com

LA PESQUERÍA

Importancia

El Golfo de California es bien conocido por su gran productividad primaria (Álvarez -Borrego y Lara-Lara 1991), que es la base de una larga cadena alimenticia pasando por especies forrajeras como las anchovetas y la sardina, hasta una gran variedad de depredadores tope incluyendo picudos, tiburones y orcas. Debido a las condiciones oceanográficas del Golfo pueden ser encontradas en el área tanto especies tropicales como de aguas templadas.

Los elasmobranquios se encuentran distribuidos en todos los océanos del mundo. Compagno (1990) señala que el 55% de los Condriictios se pueden encontrar hasta profundidades de 200 m; el 35%, en la plataforma continental; el 2%, en zona oceánica y el 8% restante en ambientes variados. Dada la diversidad y distribución de las especies de elasmobranquios alrededor del mundo, sus poblaciones son aprovechadas por pesquerías industriales, artesanales, tradicionales y deportivas. Los sistemas de captura utilizados para la pesca de elasmobranquios son muy variados al igual que su utilización (Walker 1998). Recientemente, los tiburones son considerados como atracción en las actividades acuáticas recreativas, particularmente en países desarrollados.

Los elasmobranquios que penetran en el Golfo de California abarcan desde gigantes filtradores de aguas tropicales como el tiburón ballena, *Rhincodon typus*, y la manta gigante, *Manta birostris*; carnívoros como el tiburón blanco, *Carcharodon carcharias*, tiburones pelágicos como el mako, *Isurus oxyrinchus* y los tiburones zorros del género, *Alopias*; hasta tiburones costeros como el cazón birronche, *Rhizoprionodon longurio*, y el tiburón tunero, *Carcharhinus limbatus*, entre otros. Además se encuentran rayas de las familias, *Rhinobatidae*, *Narcinidae*, *Rajidae*, *Urolophidae*, *Dasyatidae*, *Gymnuridae*, *Myliobatidae*, *Rhinopteridae*, *Mobulidae* (Fisher et al. 1995).

Hasta la fecha, se han documentado 24 especies de rayas en la pesquería artesanal del Golfo de California (Tabla 1). Las familias con más especies son *Rhinobatidae*, *Urolophidae* y *Mobulidae*. Aunque estas tres familias contienen cuatro especies que inciden en la pesquería, la familia *Rhinobatidae* contribuye con el 52% en número de organismos, seguido de la

familia Dasyatidae con el 16%, la familia Gymnuridae con el 13% y Rhinopteridae el 11%. Cabe hacer notar que la contribución de la familia Rhinopteridae es de una sola especie y de las familias Dasyatidae y Gymnuridae se encontraron cuando mucho dos especies, *Gymnura marmorata* y *G. crebripunctata*. Sin embargo, recientes estudios genéticos realizados por el Moss Landing Marine Laboratories, USA y el Instituto Nacional de la Pesca de México apuntan a rechazar a *G. crebripunctata* como una especie válida ya que al parecer se trata de dimorfismo sexual de *G. marmorata* (Wade Smith, comunicación personal, MLML).

Tabla 1. **Número de especies por familia y suborden que inciden en la pesquería de rayas del Golfo de California**

Familia/Suborden	Rhinobatoidei	Myliobatoidei	Torpedinoidei	Rajoidei	%	% Acumulado	Total Especies
Rhinobatidae	52.02 (n=4)				52.0	52.0	4
Dasyatidae		15.88 (n=3)			15.9	67.9	3
Gymnuridae		12.57 (n=2)			12.6	80.5	2
Rhinopteridae		10.92 (n=1)			10.9	91.4	1
Narcinidae			4.66 (n=1)		4.66	96.1	1
Myliobatidae		2.14 (n=3)			2.14	98.2	3
Rajidae				0.83 (n=2)	0.83	99.0	2
Urolophidae		0.49 (n=4)			0.49	99.5	4
Mobulidae		0.49 (n=4)			0.49	100.0	4
%	52.02	42.49	4.66	0.83			
% Acumul.	52.02	94.6	99.17	100			
Total especies	4.00	17	1	2			

La pesquería artesanal de rayas del Golfo de California es una actividad de suma relevancia socioeconómica en la región. Esta actividad, al igual que otras de la misma naturaleza artesanal representa una valiosa fuente generadora de empleo y alimento que opera con base en la abundancia estacional. Su relevancia socioeconómica la ubica como una alternativa de subsistencia para cientos de familias de pescadores mientras otros recursos de mayor valor económico como la sierra, jaiba y camarón escasean o se encuentran en veda. Esta pesquería se realiza todo el año, con sus picos de esfuerzo durante cuaresma. La composición de las capturas varía de acuerdo a la temporada, el método de pesca y la zona de pesca. Las cuatro familias más importantes que se capturan, representan el 90% de las rayas en el Golfo de California (Tabla 2).

Tabla 2. **Proporción de las familias de rayas que inciden en la pesquería de rayas en los estados limítrofes dentro del Golfo de California**

Suborden\Familia	Sonora (%)	BC (%)	BCS (%)	Sinaloa (%)	Total	Especies (n)
Rhinobatidae	52.2	56.7	13.0	25.5	52.0	4
Dasyatidae	16.0	2.0	23.5	37.9	15.9	3
Gymnuridae	12.8	7.1	0.0	8.4	12.6	2
Rhinopteridae	10.9	7.4	3.5	26.0	10.9	1
Narcinidae	4.8	0.4	1.3	0.0	4.7	1
Myliobatidae	1.9	12.7	4.3	0.3	2.1	3
Rajidae	0.8	1.6	0.9	0.0	0.8	2
Urolophidae	0.5	0.0	1.3	0.0	0.5	4
Mobulidae	0.1	12.1	52.2	1.8	0.5	4

La pesquería artesanal de rayas del Golfo de California es una actividad de suma relevancia socioeconómica en la región y representa una valiosa fuente generadora de empleo y alimento que opera con base en la abundancia estacional. Su relevancia socioeconómica la ubica como una alternativa de subsistencia para cientos de familias de pescadores mientras otros recursos de mayor valor económico como la sierra, jaiba y camarón escasean o se encuentran en veda. Esta pesquería se realiza todo el año, con picos de esfuerzo durante cuaresma. La composición de las capturas varía de acuerdo a la temporada, el método de pesca y la zona de pesca.

Comparada con la pesquería de tiburones que comenzó en la década de 1930, la captura de rayas en México es una actividad relativamente nueva, aunque, en la década de 1940 las grandes mantas (*Mobula* spp. y *Dasyatis* spp.) eran capturadas junto con los tiburones para la obtención de vitamina A de su hígado, sin embargo, no se tiene un registro de que la utilización con fines comerciales haya sido importante en la región (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998). A finales de 1980, la demanda por manta en el país incrementó y barcos de arrastre camaroneros comenzaron a comercializar las rayas que se capturaban como parte de la fauna de acompañamiento. A principios de 1990, a raíz de la caída en la producción del tiburón bironche y su creciente demanda, los pescadores ribereños empezaron a dedicarse formalmente a su pesca (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998). Actualmente, la pesquería artesanal de rayas se encuentra en desarrollo.

Las rayas forman parte importante de la diversidad que compone la fauna de acompañamiento de la captura con arrastre para el camarón y su aprovechamiento ha aumentado en los últimos años. El impacto ocasionado por la captura incidental de rayas en la pesquería de camarón no ha sido formalmente cuantificado; no obstante, estimaciones preliminares

sugieren que en el Golfo de California, la captura incidental de camarón en la pesca de arrastre puede ser de mayor dimensión que las capturas de la pesquería artesanal de rayas (Márquez-Farias 2002).

Un monitoreo reciente sobre el estado de la pesquería de elasmobranquios en el Golfo de California, reveló la gran diversidad de elasmobranquios y las características de explotación sobre las poblaciones, documentándose la presencia de 24 especies de rayas (Márquez-Farias 2002).

Biología

Las rayas, al igual que los tiburones pertenecen a un especializado grupo de especies de estructura cartilaginosa con un patrón reproductivo similar. Su estrategia de vida se caracteriza por lento crecimiento, baja fecundidad, madurez tardía, alta longevidad y prolongados periodos de gestación. A pesar de estar emparentados taxonómicamente, los tiburones y las rayas exhiben una extraordinaria diversidad en tamaños, formas, conductas, biología y ecología. Un aspecto particularmente interesante de los elasmobranquios es la reproducción. Todos los elasmobranquios (tiburones y rayas) emplean fertilización interna a través de órganos copuladores pareados llamados gonopterigios. Wourms (1977 y 1981) y Wourms y Demski (1993) señalan que se han reconocido por lo menos cinco formas de reproducción entre los tiburones y rayas, mientras que Compagno (1990) reconoce seis tipos de variaciones en la reproducción. En términos generales, las derivaciones de la reproducción se pueden agrupar fundamentalmente en: Ovíparos, vivíparos, y ovovivíparos. Este último es una derivación de la viviparidad pero sin conexión con la placenta. La mayoría de los tiburones son vivíparos (~70%) y la minoría ovípara. En las rayas, las características reproductivas son también variadas. Con excepción de los Rajiformes, que son ovíparos, el resto de los órdenes de rayas son ovovivíparos (incluyendo variantes).

Las rayas viven en aguas someras templadas y tropicales desde la zona de mareas hasta más de 30 m. El hábitat preferente incluye fondos suaves arenosos, lodosos y pastos marinos. Durante el verano la mayoría de las especies benthicas se mueven a zonas costeras de aguas someras para el alumbramiento. Cuando estas rayas se acercan a la costa se vuelven extremadamente vulnerables a las redes utilizadas en la pesca artesanal. En la Figura 1 se presenta la distribución de frecuencia de longitudes de las principales rayas capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California. Aunque los histogramas son mayormente compuestos por información derivada de la captura del estado de Sonora, se considera que la estructura de la población vulnerable a los sistemas de captura es la misma. Vale la pena mencionar que las especies de la Familia Rhinobatidae tienen una talla inferior a los 100 cm de longitud total.

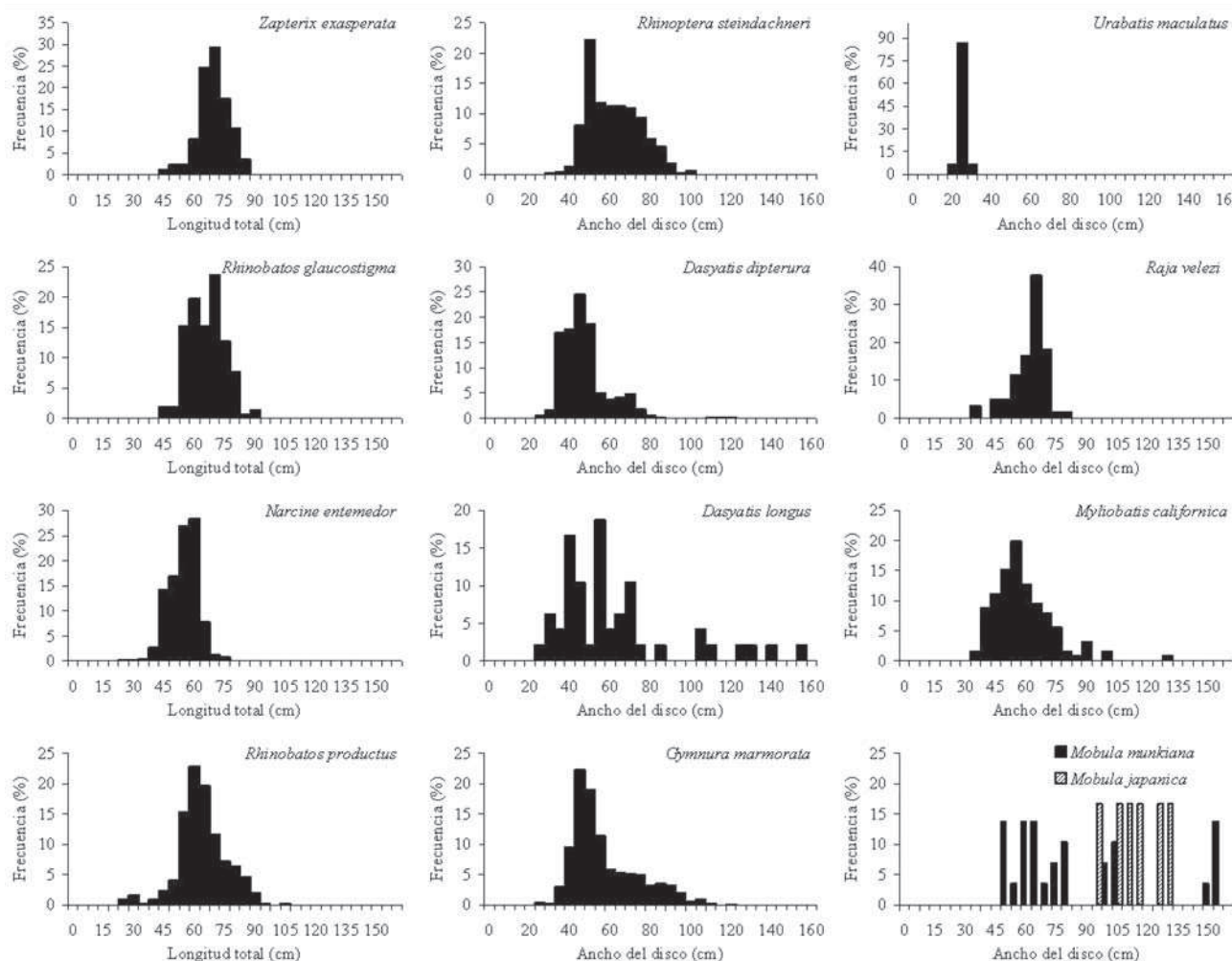


Figura 1. Distribución de frecuencia de longitudes de las rayas de importancia comercial en el Golfo de California

Debido a su naturaleza migratoria, algunas rayas son vulnerables en diferentes áreas geográficas durante las migraciones masivas. De acuerdo con la evidencia encontrada al examinar el desarrollo embrionario, al igual que los tiburones, la mayoría de la especies de rayas utilizan playas y bahías como áreas de cría (Castro 1993). Las áreas de crianza tienen características particulares que ofrecen seguridad y alimento a los neonatos y en donde ellos pueden permanecer por tiempos discretos mientras se habitúan, crecen y se preparan para reclutarse a la población adulta. La temporada de nacimiento de la mayoría de las rayas es en primavera y verano. Las rayas recién nacidas, por su talla, no son vulnerables a las redes de la pesca artesanal hasta que alcanzan mayor tamaño, sin embargo los pequeños de algunas especies inciden en la pesca de arrastre del camarón.

Las rayas de importancia comercial en el Noroeste de México han sido divididas en tres tipos de acuerdo a su preferencia de hábitat. 1) Las demersales, en donde se incluyen: *Rhinobatos productus*, *R. glaucostigma*, *R. leucorhyncus*, *Narcine entemedor*, *Zapterix exasperata*, *Urobatis maculatus*, *Urolophus halleri*, *Urotrygon chilensis*, *Urotrygon rogersi* entre las más comunes; 2) las nadadoras, *Rhinoptera steindachneri*, *Myliobatis californica*, *M. longirostris*, *Mobula munkiana*, *M. thurstoni*; y las semi-nadadoras, *Dasyatis brevis*, *D. longus*, *Gymnura marmorata*, *G. crebripunctata*, *Raja velezi*, y *R. inornata*.

Las demersales por lo general habitan en un medio ambiente arenoso y con abundante vegetación marina. Este tipo de especies realiza migraciones verticales estacionales con fines de reproducción. Las nadadoras habitan en la columna de agua logrando penetrar en zonas oceánicas al realizar migraciones estacionales. Las semi-nadadoras, habitan principalmente en la plataforma continental en donde llevan a cabo su ciclo de vida o por lo menos pasan la mayor parte del tiempo en estas zonas. Las especies más abundantes son las demersales, aunque en algunas épocas del año, especies como *D. brevis* y *R. steindachneri*, son muy abundantes cuando son capturadas durante las migraciones al interior del Golfo de California.

Captura y esfuerzo

Operaciones y equipos

La pesquería de rayas en el Golfo de California es artesanal y opera esencialmente según la abundancia estacional de los diferentes recursos pesqueros. Las unidades de pesca usan pangas de 22-25 pies de largo con motores fuera de borda operados por uno a tres pescadores. La pesquería de rayas es en su mayoría demersal. Existen campamentos pesqueros diseminados en toda la zona costera que rodea el Golfo de California (Fig. 2). La profundidad de pesca varía entre 2 y 20 brazas dependiendo de las especies objetivo con incursiones ocasionales en aguas profundas (>30 brazas) cuando se quieren capturar otras especies de rayas (*Raja* spp.).



Figura 2. Zona de pesca de rayas en el Golfo de California

El arte de pesca más utilizada es la red de fondo de monofilamento con diferente luz de malla. La longitud de las redes varía de acuerdo con la estación y las posibilidades de los pescadores. El chinchorro mantero se coloca anclado en el fondo. Los sistemas de

captura son colocados a profundidades que van desde las 2 brazas y hasta las 80bz o más; y dependiendo de esto la composición de las especies de rayas que se capturen. El tiempo que se deje trabajando el equipo de pescas varía con la temperatura del agua, de las corrientes y los vientos; por lo general es de 1 a 3 días y los pescadores lo revisan diariamente. Una manera peculiar de utilizar estos chinchorros es a través del encierre en aguas someras de 1 a 6 m, donde se va buscando manchas de guitarra o manta y en cuanto se encuentran se suelta el chinchorro y rápidamente se rodea la mancha (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998); sin embargo, esta práctica es solo ocasional.

El uso de redes y palangres para la captura de rayas y tiburones es muy común. Las dimensiones varían de acuerdo con la región (Tabla 3). En el alto Golfo de California la mayor parte de esta pesquería se realiza con chinchorros manteros de monofilamento de 8" a 8.5" de luz de malla, pero también se utilizan cimbras y arpones. El chinchorro mantero tiene una longitud de entre 400 y 1000 m. El tiranteo es el método más utilizado en Puerto Peñasco, Sonora y San Felipe, B.C. donde se junta un mecate de relinga a relinga y en cada boya va un tirante uniendo la relinga superior con la inferior. Cada boya se intercala a la posición del tirante, por ambos lados del chinchorro. Este arte de pesca es sumamente eficiente en el alto Golfo de California ya que las corrientes forman bolsas con el paño (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998).

Tabla 3. **Dimensión y características de los sistemas de captura utilizados para la pesca de elasmobranquios (rayas y tiburones) en el Golfo de California**

		Sonora	Sinaloa	BCS	BCN
Red agallera	Intervalo de longitud	150-3600	600-1500	100-600	250-1050
	Mas común	750-1500	600-1500	300-450	450-600
	Intervalo de abertura de malla	2.5"-13"	4"-14"	2"-18"	3"-16"
	Luces de malla (pulgadas)	3.5,6,8,8.5,13	4,6,8,14	8,10,12	5,8,10
Palangre	Intervalo de longitud (m)	1000-3240	1300-2000	100-3000	n.d.
	Mas común	1000-2000	1300-2000	300-1500	n.d.

También son utilizadas para la captura de rayas, cimbras con anzuelos No. 5 y 6 para pescar manta y guitarra. En el Golfo de Santa Clara este es el método más utilizado y en Puerto Peñasco sólo se utiliza durante la temporada de baqueta (*Epinephelus acanthistius*) en aguas entre 40 y 65 brazas de profundidad. Esto ocurre principalmente entre noviembre y diciembre, y las capturas se limitan principalmente a la manta mariposa y manta coreana (*Raja sp.*) (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998).

Tendencias históricas

En el Océano Pacífico, la pesca de rayas se desarrolló con la introducción de las redes de fondo en el Alto Golfo de California, en donde los pescadores las utilizaban para la captura

de peces de escama. La pesquería de rayas es artesanal y de características muy similares a la pesquería del tiburón (Márquez-Farías 2002).

Recientemente los tiburones y rayas dejaron de agruparse en los anuarios de pesca. Así, las rayas se reportan en un grupo aparte como “Rayas y similares”. De acuerdo con el anuario estadístico de pesca de México, el 93% de la producción total de la costa Pacífica durante 1999-2000 se dio en los estados que se encuentran en el Golfo de California. El registro oficial de las rayas inicia con menos de 500 t en 1986 alcanzando un máximo de 6,666 t en 1996, disminuyendo a 4,944 t en el 2000, y a 4,098 t en 2002 (Fig. 3). En 1999 el total de la captura reportada para Sonora fue de 2,757 t lo que representó el 30% de la captura total de México y el 56% de la costa occidental del país.

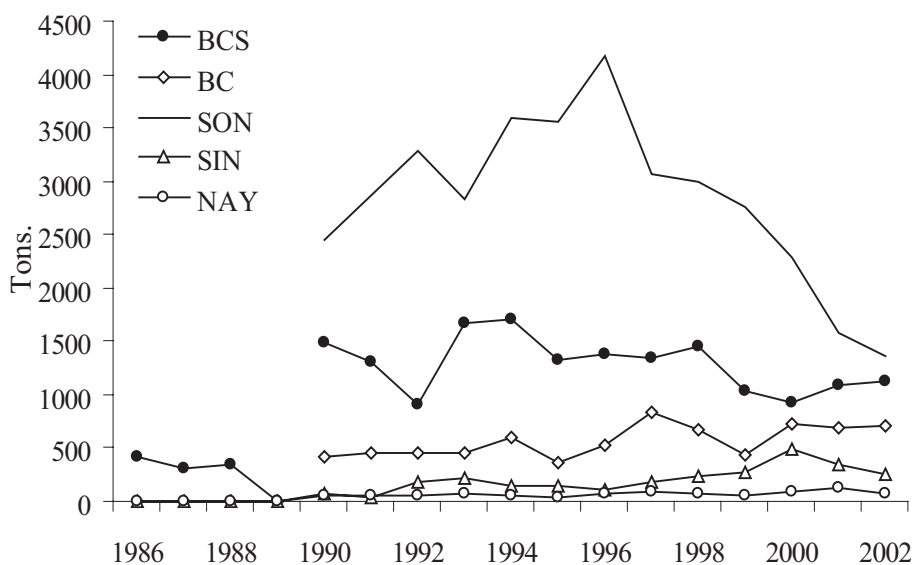


Figura 3. Series de producción de rayas y similares de los estados del Golfo de California

Pesca incidental

La pesca incidental de rayas ha sido muy importante en otras pesquerías, como en la pesca de arrastre de camarón, en donde la llamada fauna acompañante está compuesta por diversas especies de rayas y tiburones pequeños. Esta actividad ha provocado que algunos grupos organizados (“guateros”) e incluso pescadores, compren dicha fauna de acompañamiento a los barcos. Los costos de operación de esta actividad suelen ser reducidos dado que los barcos camaroneros se atracan muy próximos a la orilla. Se desconocen los volúmenes de pesca incidental de estas pesquerías y no está reglamentado. Esta actividad provoca una incomodidad en los pescadores legítimos debido a las fluctuaciones del precio por kilogramo derivado de un procedimiento con bajos costos de operación. Los elasmobranquios son también frecuentemente capturados incidentalmente en las operaciones de arrastre de fondo con embarcaciones de mediana altura que dirigen el esfuerzo a la escama en el Golfo de California (Leonardo Castillo, com. per.).

La captura de rayas es también frecuente en otras pesquerías artesanales de la región del Golfo de California, incluyendo la pesquería de caracol, jaiba, sierra y curvina, entre

otras (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998). También es común encontrarlas en las capturas incidentales de la pesquería de baqueta que se realiza con cimbras en el Golfo de California. La captura incidental de elasmobranquios es común en la zona Seri en los alrededores de la Isla Tiburón (Torre-Cosío, 2002).

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Infraestructura

La temporada de rayas en Sonora tiene su máximo nivel de captura justo cuando el camarón y la jaiba se encuentran en veda, recursos de alto valor comercial. Por su naturaleza artesanal o de “pequeña escala”, la pesquería de rayas al igual que la de tiburón en la región del Noroeste del Océano Pacífico, se caracteriza por su limitada infraestructura. Por lo general la captura es eviscerada en la playa careciendo de un control en la calidad del producto el cual se distribuye regionalmente como filete fresco, y filete seco salado.

La pesquería artesanal de rayas además de ser una actividad comercial, tiene un componente social de suma importancia en donde en gran parte de las localidades, la familia juega un papel esencial durante el proceso. Se ha observado que frecuentemente en las faenas de pesca diarias la actividad representa un modo de vida; desde personas que se dedican al eviscerado del producto (incluyendo amas de casa), niños que lavan el producto, mujeres que se dedican al fileteado, por mencionar algunos.

Uno de los vicios más agudos de esta pesquería es el abuso del intermediario o comprador hacia el pescador. Las principales víctimas de este abuso son los pescadores libres por carecer de una organización legal que les permita buscar nuevas alternativas de comercialización. El abuso de los intermediarios radica básicamente en control discrecional del precio de la carne y la capacidad de almacenar el producto en hieleras. En estas circunstancias, el pescador se ve forzado a vender su producto barato.

Indicadores económicos

Hasta la fecha no se cuenta con una evaluación formal de los aspectos económicos que gobiernan la actividad de la pesquería de rayas del Golfo de California. Al margen de la estrategia que permitiera enfocar los esfuerzos para obtener un panorama realista de la situación económica de esta actividad en la región, se reconoce que existe una total desarticulación entre el sector social dedicado a la pesca de rayas, tal vez consecuencia de la ausencia de regulación pesquera orientada. No existe un patrón general en cuanto a los canales de comercialización dando como resultado un amplio perfil de opciones de mercado regional. En el estado de Sonora se aprecia un aparente libre acceso en la pesquería de rayas.

MANEJO

Medidas Administrativas

La pesquería de rayas no tiene regulación oficial en el Golfo de California, no hay restricciones relativas al arte de pesca, talla mínima, esfuerzo pesquero, áreas de pesca o períodos de veda formalmente establecidos conforme al procedimiento establecido en la NOM-009-PESC-1994. Las rayas se explotan generalmente durante todo el año y en todos los Estados (Sonora, Sinaloa, Baja California, Baja California Sur y Nayarit).

Para su captura, únicamente se requiere de permiso de pesca comercial de escama en general.

La Carta Nacional Pesquera emitida en el Diario Oficial de la Federación el 15 de marzo de 2004 menciona los lineamientos para la captura de rayas en el Pacífico Mexicano, estableciéndose como punto de referencia las 3,800 t; si disminuyen las capturas de éste valor en la región noroeste, el Instituto Nacional de la Pesca, hará un análisis para tomar las medidas correctivas necesarias.

Análisis Cuantitativo

Actualmente, se desconoce el estado de la pesquería debido a que no existe un estudio cuantitativo que indique cual es el estado actual de las poblaciones de rayas. Recientemente, se estimó la selectividad de las redes agallareas utilizadas en la pesca artesanal de rayas en Sonora para la especie más importante en número de individuos, *Rhinobatos productus* (Márquez-Farias, 2005). Para ello, se utilizó el método de Kirkwood y Walker (1986) para estimar los parámetros de selectividad de las redes agalleras a diferentes aberturas de malla. Este método es derivado de la función de densidad de probabilidad de la distribución gamma con los parámetros, α , β y el argumento x teniendo una densidad de probabilidad

$$[x^{\alpha} \exp (-x / \beta) / \Gamma (\alpha + 1)] / \beta^{(\alpha+1)}$$

con una moda única de $x = \alpha \beta$ y varianza $(\alpha + 1) \beta^2$. En esta expresión, $\Gamma(.)$ es la función estándar gamma.

De acuerdo con estos autores, se define m_i como el tamaño de la malla de la red agallera i , $i = 1, 2, \dots, I$; l_j como la longitud media de la clase de longitud j , $j = 1, 2, \dots, J$; n_{ij} como el número de tiburones de la clase de longitud j capturado por la red i ; μ_j como la proporción relativa de la población de la clase de longitud j ; S_{ij} como la selectividad media relativa de la red i para el tiburón de la clase de longitud j ; y f_j como el poder de pesca a la talla de máxima selectividad, en relación al máximo poder de todas las redes I . Entonces,

$$n_{ij} = f_i \mu_j S_{ij}$$

Para modelar la selectividad relativa S_{ij} con un máximo de probabilidad equivalente a la unidad, esta expresión se reescala hasta que el valor modal es igual a uno. Los supuestos iniciales del modelo son:

Las redes tienen igual poder de pesca; la selectividad S_{ij} puede ser modelada por m_i y l_j y un número reducido de parámetros; la moda y la varianza de la función de densidad de probabilidad son consideradas como función de m_i y l_j ; para cada red agallera i y clase de longitud j , las capturas n_{ij} son observaciones independientes de una distribución Poisson con media $\mu_j S_{ij}$.

La forma funcional utilizada para modelar la selectividad como función de la longitud l , y la abertura de la malla, m_i , es:

$$(l / \alpha_i \beta_i)^{\alpha_i} \exp (\alpha_i - l / \beta_i)$$

donde α_i y β_i son especificados y están en términos de abertura de malla, m_i , clase de longitud, l_j , y la longitud a la máxima selectividad de la red agallera i que es proporcional al tamaño de la malla por lo que

$$\alpha_i \beta_i = \theta_1 m_i$$

y la varianza es una constante θ_2 sobre diferentes redes agalleras. Estos supuestos llevan a una ecuación cuadrática para valores positivos de β_i tal que

$$\beta_i = -0.5 [\theta_1 m_i - (\theta_1^2 m_i^2 + 4 \theta_2)^{0.5}]$$

El logaritmo de la verosimilitud de todo el grupo de datos, omitiendo términos no funciones de los parámetros desconocidos, esta dado por

$$L = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [n_{ij} \ln (m_i S_{ij}) - m_i S_{ij}]$$

La función de verosimilitud para estimar θ_1 y θ_2 fue maximizada. El intervalo de confianza al 95% para cada parámetro fue estimado de acuerdo con Venzon y Moolgavkor (1988). El intervalo de confianza se basa en la distribución χ^2 con d grados de libertad. Para cada parámetro, la banda de confianza es definida como todos los valores de p (rho) que satisfacen la ecuación

$$CI_{95\%} = 2[L(Y|p = \hat{p}) - L(Y|p = \hat{p}_{est})] = \chi^2_{1,1-\alpha}$$

donde $L(Y|p=\hat{p})$ es el negativo de la verosimilitud correspondiente a la estimación de máxima verosimilitud, $L(Y|p=\hat{p}_{est})$ es el valor negativo mas pequeño cuando p es igual a $\hat{p}$ (minimizando el negativo de la verosimilitud sujeto a la restricción $p=\hat{p}$), y $\chi^2_{1,1-\alpha}$ es el valor de la distribución χ^2 con un grado de libertad al nivel de confianza $1-\alpha$.

Debido a que el modelo fue desarrollado con base en un experimento, la aplicación del modelo a datos derivados directamente de la pesquería requiere de un tratamiento especial a los datos de tal forma que el poder de pesca de las redes y el esfuerzo de pesca sea

ponderado a la captura total. Los detalles de esto son presentados en Márquez-Farías (2004). Las curvas de selectividad obtenidas mediante la estimación de los parámetros de selectividad se presentan en la Figura 4.

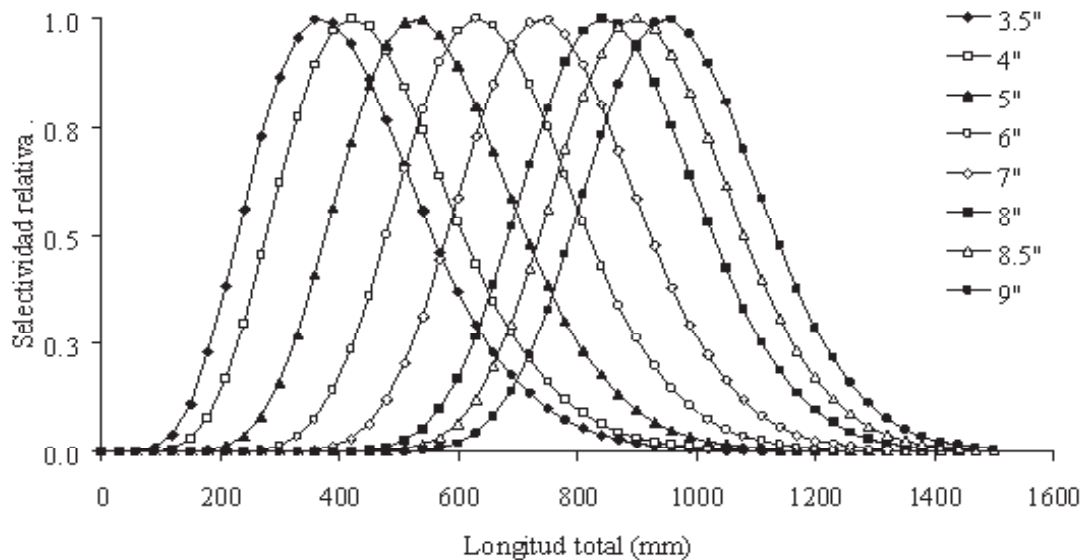


Figura 4. Familia de curvas de selectividad de las redes agalleras utilizadas para la captura de *R. productus* en la costa de Sonora. Tomado de Márquez-Farías (2005).

Modelo

Dado que las características biológicas de los elasmobranquios los hace mas parecidos a los mamíferos marinos que a los peces, los resultados de evaluaciones previas de las poblaciones de tiburones han sido cuestionables esencialmente debido a la insuficiencia de datos o al uso de modelos incorporando supuestos inválidos (Anderson 1990). Hoenig y Gruber (1990) sugirieron que es posible entender la capacidad de respuesta de las poblaciones de tiburones conociendo las características biológicas de estos, en combinación con la teoría de selección r/K . Dado que en general el modelo de crecimiento logístico de las poblaciones brindó las bases teóricas para el modelo de producción de Schaefer (1957), de ahí el interés por estudiar el vínculo entre dicha teoría y los modelos para el manejo de pesquerías. Recientemente, se ha reconocido que los análisis demográficos pueden ser útiles para la evaluación y el manejo de las poblaciones de tiburones. (Cortés 1998). Esto es también aplicable a las rayas, las cuales cuentan con características biológicas similares (Frisk *et al.* 2001 y 2002). Uno de los parámetros demográficos mas significativos es la tasa intrínseca de incremento de la población, r la cual puede reflejar el vigor de la población (Caughley 1977, Krebs 1985).

No obstante las limitaciones de los modelos demográficos, en los cuales no es posible incorporar mecanismos compensatorios denso-dependientes (Walker 1992 y 1998), ni consideran un componente temporal (Cortés 1998), y suponen procesos de reclutamiento y supervivencia constantes; se reconoce que existe una ventaja valiosa, y es que permiten evaluar en primera instancia, el potencial de una especie proyectando así la susceptibilidad

de la población a la pesca. Esto es particularmente importante ya que la información tradicionalmente utilizada para la evaluación de poblaciones requiere de series mas o menos largas de captura y esfuerzo, las cuales por lo general no existen en pesquerías de elasmobranquios. Esta situación es una problemática que aqueja a la mayoría de las pesquerías de tiburones y rayas del mundo incluyendo a México (Bonfil 1994, Castillo *et al.* 1998). Los parámetros de crecimiento en conjunto con los aspectos de madurez son el requisito indispensable para poder determinar la vulnerabilidad de las especies.

PERSPECTIVAS

En términos generales, los elasmobranquios han sido considerados como estrategias K de la teoría de selección r/K (MacArthur y Wilson 1967). Entre las principales características que ubican a los elasmobranquios como especies de baja productividad, se menciona con frecuencia el lento crecimiento, alta longevidad, baja fecundación, madurez tardía y una supuesta estrecha relación denso dependiente entre los reclutas y la población adulta. La combinación de estas características y un alto nivel de mortalidad por pesca puede resultar en la rápida sobre-explotación de las poblaciones de elasmobranquios, a diferencia de otras poblaciones de mayor resistencia sometidas a intensa explotación comercial, como la sardina y el camarón, las poblaciones de elasmobranquios pueden ser abatidas más fácilmente (Holden 1974, Walker 1998, Musick 1999).

El estado del conocimiento de la biología de las especies de rayas que penetran y habitan el Golfo de California es muy limitado. Existe realmente poco conocimiento del ciclo de vida y los patrones reproductivos, así como del crecimiento y madurez reproductiva de las especies. Recientemente se ha avanzado en cuanto a la fecundidad y desarrollo embrionario. Esto último ha permitido elucidar el periodo de gestación, así como la temporada y talla de nacimiento de algunas especies. El avance en el conocimiento de dichos aspectos de la biología de las poblaciones permitirá entender la demografía de las especies de importancia comercial y proyectar tanto su productividad inherente como su vulnerabilidad a diferentes esquemas de explotación.

Estrategias de manejo

La única iniciativa en curso es el proyecto de Norma Oficial Mexicana planeada para regular la captura de tiburones y rayas se encuentra en proceso de liberación (NOM-029). Aunque para el Golfo de California aun no existe ninguna norma de protección para el grupo de las rayas, el 25 de marzo de 1994 se publicó el decreto de protección de las especies de mantas, *Manta birostris*, *Mobula japanica*, *Mobula lucasana* el cual se encuentra vigente y prohíbe la captura de estas especies en un perímetro de 12 millas alrededor del archipiélago de Revillagigedo (Isla San Benedicto, Isla Clarion, Roca partida, Isla Socorro e Isla Guadalupe).

Sin duda alguna el mayor impacto que las poblaciones de rayas y otros recursos demersales han recibido ha sido por causa de la pesca de arrastre del camarón. Esta actividad ha demostrado una severa agresividad al ecosistema y a la flora y fauna que lo habita.

Intuitivamente, es posible considerar que el impacto de la remoción de biomasa es mucho más crítico en algunas especies como las rayas por un lado debido a que una gran proporción de individuos juveniles ha sido capturada históricamente y por otro lado, debido a la baja fecundidad de algunas especies (INP, datos no publicados).

No obstante la gran abundancia natural y la biodiversidad de elasmobranquios en el Golfo de California; y aunque la pesca dirigida se realiza con unidades de pesca de baja tecnología, la sobre explotación de las poblaciones es posible. Adicionalmente, existe un efecto aun no cuantificado de otras pesquerías en la región del Golfo de California como la pesca de arrastre del camarón, en donde una gran diversidad de elasmobranquios forman parte importante de la captura incidental. García-Caudillo *et al.* (2000). Realizaron experimentos con modificaciones tecnológicas en la red de arrastre logrando obtener un 37% de escape de la guitarra, *Rhinobatos productus*. Estos resultados representan un gran avance para definir las acciones de regulación que permitan reducir el impacto a la biodiversidad de elasmobranquios y otras especies biológicamente vulnerables que habitan el Golfo de California.

Acciones inmediatas de administración:

Con base en la significativa captura de hembras grávidas por parte de la pesca artesanal es necesario que se establezca una veda temporal para la captura de rayas en el Golfo de California. Se sugiere que dicha veda se establezca en el periodo del 1 de marzo hasta el 31 de agosto con la finalidad de dar protección a las hembras grávidas de rayas que se aproximan a la costa para el alumbramiento. La veda garantizaría los nacimientos de la temporada y por lo tanto tendría un efecto positivo en el reclutamiento de ese año. Adicionalmente, será necesario plantear una regulación de las redes agalleras con la finalidad de orientar la selectividad de las mismas hacia estadios que representen menor susceptibilidad de la población a ser disminuida en su abundancia.

Campos de colaboración

Las instituciones nacionales que han colaborado con el Instituto Nacional de la Pesca y que contribuyen al conocimiento de la biología y pesquerías de elasmobranquios son: CETMAR-Guaymas, ITMAR-Guaymas, CIAD-Guaymas, Universidad de Sonora (DICTUS), Hermosillo, Sonora, CEDO, Puerto Peñasco, CICIMAR, La Paz, BCS, CICESE, Ensenada, BC.

En lo particular, se ha recibido apoyo y asesoría de las siguientes colegas de instituciones internacionales, Dr. José I. Castro de National Marine Fisheries Service, Dr. Robert E. Hueter y John P. Tyminski, del Center for Shark Research/Mote Marine Laboratory; Dr. Gregor M. Cailliet, Wade Smith y Joe Bizarro de Moss Landing Marine Laboratories; Parte de los datos presentados en el presente trabajo fueron financiados por Lucile & Packard Foundation.

Líneas de investigación

Las principales líneas de investigación sobre elasmobranquios en el Golfo de California incluyen, biología reproductiva, selectividad de sistemas de captura, edad y crecimiento, y análisis demográfico.

Actualmente se llevan a cabo estudios de biología reproductiva de las especies de la familia Rhinobatidae: *Rhinobatos productus*, *R. glaucostigma* y *Zapterix exasperata*; así como de la raya tecolote, *Rhinoptera steindachneri*.

En el corto plazo, se pretende determinar los parámetros de selectividad de las redes agalleras utilizadas para la captura de la raya eléctrica, *Narcine entemedor*, utilizando el modelo descrito en el presente trabajo.

En lo que respecta a edad y crecimiento se encuentra en proceso la determinación de la edad con base en lectura de anillos concéntricos en las vértebras de la guitarra, *R. productus* y en breve se iniciara un estudio de edad y crecimiento de *Zapterix exasperata*.

Recientemente se ha modelado la demografía de la raya tecolote, *R. steindachneri*, con la finalidad de identificar los estadios vulnerables de su población dada la intuitiva baja productividad de la especie.

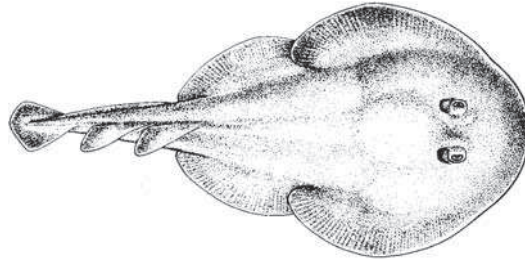
REFERENCIAS

- Anderson, E. D. 1990. Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. En: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries (H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds). p. 473–484. NOAA Tech. Rep. NMFS 90.
- Álvarez-Borrego, S. y R. Lara-Lara 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. Pp. 555-567 en: J.P. Dauphin y V.R.T. Simoneit (eds.). The Gulf and Peninsular province of the Californias. Memoir 47. Am. Assoc. Petrol. Geol.
- Bonfil, R. 1994. FAO Fisheries Technical Paper No. 341. FAO, Rome. 119pp.
- Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. Environ. Biol. Fish. 38: 37-48
- Castillo-Geniz, J. L., J. F. Márquez-Farias, M. C. Rodríguez de la Cruz, E. Cortés and A. Cid del Prado. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. J. Mar. Freshw. Res. 49:611-20.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. Wiley, New York, New York, USA. 234 p.
- Compagno, L.J.V. 1990. Alternate life history styles of cartilaginous fishes in time and space. In M. Bruton & E. Balon, eds. Alternative life history styles of fishes (Proceedings of the Zoological Society of South Africa symposium held in Grahamstown, 1987), Environ. Biol. Fish. 28(1-4): 33-75.
- Cortés, E. 1998. Demographic analysis as an aid in shark stock assessment. Fish. Res. 39:199- 208.
- Cudney-Bueno, R y P. Turk-Boyer. 1998. Pescando entre mareas del alto Golfo de California; una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. CEDO intercultural, Serie técnica No. 1. Sonora, México. 166 p.
- Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. 1995. Pacífico Centro-Oriental; Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. FAO; Roma. Vol.II: 648- 685 pp.

- Frisk, M. G., T. J. Miller, and M. J. Fogarty. 2001. Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58(5):969–981.
- Frisk, M. G., Miller, T. J., and Fogarty, M. J. 2002. The population dynamics of little skate *Leucoraja erinacea*, winter skate *Leucoraja ocellata*, and barndoor skate *Dipturus laevis*: predicting exploitation limits using matrix analices. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 576–586.
- García–Caudillo, J. M., M. A. Cisneros–Mata, and A. Balmori–Ramírez. 2000. Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. *Biol. Conserv.*, 92: 199–205.
- Hoenig, J.M., y S. H. Gruber, 1990. Life-history patterns in elasmobranchs: Implications for fisheries management. En: *Elasmobranchs as living resources: advances in biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries* (H.L. Pratt Jr., S.H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), p.1-16. NOAA Tech. Rep. NMFS 90.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the Rational Exploitation of Elasmobranch Populations and Some Suggested Solutions. En: *Sea Fisheries Research* (Harden Jones F.R., ed.), p. 117-137. Logos Press, Londres.
- Kirkwood G. P., and T. I. Walker. 1986. Gill net mesh selectivities for gummy shark, *mustelus antarcticus* günter, taken in south-eastern australian waters. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 37: 689–697.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Academic Press 574pp.
- MacArthur, R. H. and O. Wilson 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey, 203 pp.
- Márquez-Farias, J. F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: Development, Fisheries Research and Management Issues. *Shark News* 14, July 2002. <http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Organizations/SSG/sharknews/sn14>.
- Márquez-Farias, J.F. 2005. Gillnet mesh selectivity for the shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) from fishery-dependent data in the artisanal ray fishery of the Gulf of California, Mexico. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 35: 443-452.
- Musick, J. A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. pp. 1-10. In: J. A. Musick. (ed.) *Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals*. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, MD.
- Schaefer, M. B., 1957. A study on the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 2:247-268.
- Torre-Cosío, J. 2002. Inventory, monitoring and impact assessment of marine biodiversity in the Ser Indian territory, Gulf of California, México. Ph.D. Dissertartation, University of Arizona, 195 pp.
- Venzon, D.J. and Moolgavkor, S.H. 1988. A method for computing profile-likelihood-based confidence intervals. *Appl. Stat.*, 37: 87–94.
- Walker, T.I. 1992. Fishery simulation model for sharks applied to the gummy shark, *Mustelus antarcticus* Günther, from southern Australian waters. *Aus. J. of Mar. Freshw. Res.* 43: 195–212.
- Walker, T.I. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *J. Mar. Freshw. Res.*, 49:553–572.
- Wourms, J. P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. *Amer. Zool.* 17, 379-410.

Wourms, J. P. 1981. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. *Amer. Zool.* 21, 473-515.

Wourms, J. P. and L. Demski. 1993. The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. Wourms, J. P. and L. Demski (eds.). *Reproduction and Development of Sharks, Rays and Ratfishes*. *Environ. Biol. Fish.*, 38:7-21.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Tiburón
 La pesquería de Tiburón
 La pesquería de Tiburón

Tiburón del
 Golfo de
 Tehuantepec

Tiburón
 Tiburón
 Tiburón
 Tiburón

Tiburón

BREVIARIO

Tiburón del Golfo de Tehuantepec	
Especie:	
Tiburón aleta de cartón (<i>Carcharhinus falciformis</i>), tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>), tiburón puntas negras (<i>Carcharhinus limbatus</i>), tiburón zorrito (<i>Nasolamia velox</i>) y tiburón perro (<i>Alopias pelagicus</i>, <i>A. superciliosus</i>). • Pesquería artesanal multiespecífica, sustentada por la captura estacional de varias especies de tiburones en aguas del Golfo de Tehuantepec. • La captura artesanal está compuesta principalmente por organismos inmaduros del tiburón aleta de cartón (<i>Carcharhinus falciformis</i>) y tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>). • La mayor parte de la producción de tiburones que se desembarca en puerto Madero, Chiapas, se canaliza para consumo humano a la Ciudad de México. • El aprovechamiento exclusivo de las aletas de tiburón está prohibido.	
Tendencia de la captura:	
• En 2002 la captura en puerto Madero, Chis., fue de 3,112 t que representa el 66.3% de la producción del estado de Chiapas (4,692t). • El estado de Chiapas ocupa el 1er lugar con el 25.7% de la captura de tiburones del Pacífico Mexicano en 2003.	
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	
• Análisis Demográfico	
Estado de la Pesquería:	
• Pesquería aprovechada al máximo sustentable.	
Medidas de manejo:	
• Actualmente sólo hay limitación al otorgamiento de nuevos permisos de pesca. • Los análisis sugieren la necesidad de establecer vedas tanto temporales como espaciales.	
Objetivo de las medidas:	
• No incrementar el esfuerzo pesquero, disminuir la captura de individuos inmaduros y proteger áreas de crianza.	



Tiburón del Golfo de Tehuantepec

Responsable: Biól Sandra Rita Soriano Velásquez

Colaboradores: M. En C. Donaldo E. Acal Sánchez

Biól. J. Leonardo Castillo Geniz

Biól. Norberto Vázquez Gómez

Biól. Cecilia E. Ramírez Santiago

Instituto Nacional de la Pesca

Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur

Oficinas Centrales, Pitágoras 1320, Colonia Santa Cruz Atoyac

Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, Distrito Federal

LA PESQUERÍA:

IMPORTANCIA

La pesquería de tiburones en México, ha contribuido de forma importante en la economía pesquera del país debido a su abundancia y al valor comercial de sus aletas. Después de la segunda Guerra Mundial la captura de los tiburones en nuestro país aumentó a nivel mundial por la demanda de la vitamina "A" contenida en altas concentraciones en el hígado de los tiburones, sin embargo, una vez que esta vitamina se sintetizó en los laboratorios, los volúmenes de producción disminuyeron (Castillo, *et al.* 1998).

En 1960 reinició la pesquería con incrementos importantes de la captura debido a la demanda mundial de algunos productos como sus aletas y pieles; mientras que al interior del país, se consolidó la producción principalmente durante las décadas de 1970 y 1980 al extenderse el consumo de carne fresca y seco-salada, de productos industriales desasociado al crecimiento demográfico del país y la diversificación de la pesca (observada como una alternativa económica del sector), (SEMARNAP, 1998). En los últimos diez años se reportó una producción promedio de 23,739 t anuales con valor entre 152.4 y 269.7 millones de pesos. A partir de 1997, las capturas se han mantenido estables mientras que su valor muestra una tendencia creciente (SAGARPA, 2002) (Figura 1).

La pesquería de tiburones es una de las mas importantes en el litoral Pacífico de México, caracterizada por: a) ser una pesquería multiespecífica que genera gran cantidad de empleos, b) las especies que se capturan son de vida larga y frágiles desde el punto de vista de la explotación, c) la captura de las diferentes especies que habitan en la ZEE del litoral

Pacífico de México se realiza con tres unidades de flota (oceánica, de mediana altura y de embarcaciones menores); d) destacan tres regiones productivas: el Golfo de Tehuantepec, el Golfo de California y la costa occidental de la Península de Baja California

En el Golfo de Tehuantepec el principal puerto de desembarco de tiburones es Puerto Madero, Chiapas, en el cual se concentra la flota de embarcaciones menores dirigida por permisionarios. El máximo volumen de captura registrado en la historia de la pesquería, fue de 5,022 t en 1988, siendo el puerto de mayor descarga de tiburón en el país, lo que promovió el desarrollo urbano y crecimiento de la economía interna. Otros puertos de desembarco de tiburones en Chiapas son Boca de Cielo, Costa Azul, Las Palmas y Paredón (SAGARPA, 2002).

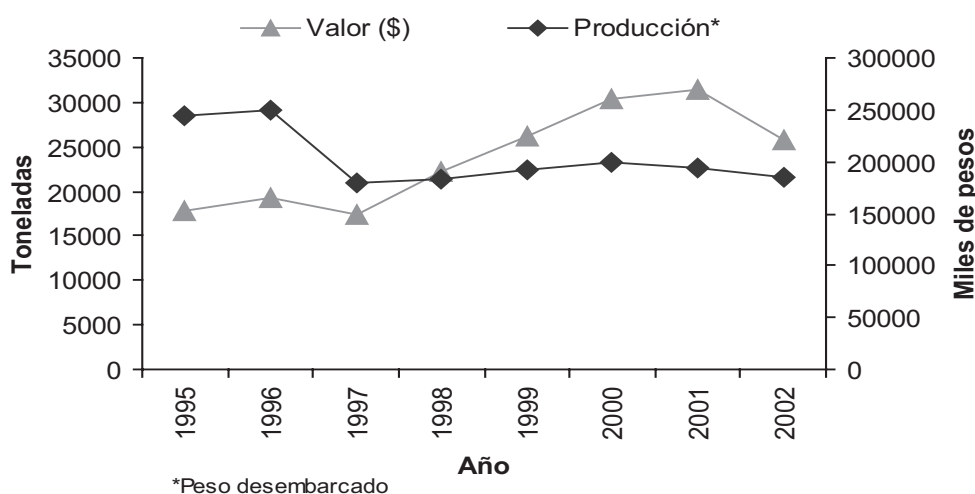


Figura 1. Producción en peso desembarcado y valor nacional de tiburón y cazón.

Debido a su posición geográfica, el Golfo de Tehuantepec cuenta con una alta diversidad de especies de tiburones que pertenecen a los órdenes Carcharhiniformes, Lamniformes y Orectolobiformes que incluyen a las familias Carcharhinidae, Alopiidae, Lamnidae, Sphyrnidae, Triakidae y Ginglymostomatidae. Los géneros son: Carcharhinus, Nasolamia, Galeocerdo, Prionace, Alopias, Isurus, Sphyrna, Mustelus, y Ginglymostoma; de las cuales se registran 21 especies (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies capturadas por la flota artesanal en puerto Madero, Chiapas (por orden de importancia en las capturas).

Nombre Común	Nombre Científico
1. Tiburón aleta de cartón	<i>Calcharhinus falciformis</i>
2. Tiburón martillo cornuda	<i>Sphyrna lewini</i>
3. Tiburón puntas negras, volador	<i>Calcharhinus limbatus</i>
4. Tiburón coyotito, zorrito	<i>Nasolamia velox</i>
5. Tiburón torito, mamón	<i>Mustelus lunulatus</i>
6. Tiburón perro, grillo	<i>Alopias superciliosus</i>
7. Cornuda prieta	<i>Sphyrnia sygaena</i>

Nombre Común	Nombre Científico
8. Tiburón chato	<i>Calcharhinus leucas</i>
9. Tiburón perro , grillo	<i>Alopias pelagicus</i>
10. Tintorera	<i>Galeocerdo cuvieri</i>
11. Cornuda gigante	<i>Sphyrnia mokarran</i>
12. Tiburón gata	<i>Ginglymostoma cirratum</i>
13. Tiburón bironche	<i>Rhizoprionodon longurio</i>
14. Tiburón prieto	<i>Calcharhinus obscurus</i>
15. Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>
16. Cornuda	<i>Sphyrnia media</i>
17. Mako	<i>Isirus Oxirynchus</i>
18. Tiburón perro	<i>Alopias vulpinus</i>
19. Tiburón puntas blancas, jumbo	<i>Calcharhinus longimanus</i>
20. Tiburón aleta de cartón, naizón	<i>Calcharhinus altimus</i>
21. Tiburón martillo	<i>Sphyrnia corona</i>

El análisis de abundancia indica que la pesquería de tiburones en el Golfo de Tehuantepec está soportada principalmente por dos especies, *C. falciformis* (tiburón aleta de cartón) y *S. lewini* (cornuda), que representan el 89% de la captura total. El 11% restante se distribuye entre 19 especies sobresaliendo *C. limbatus* (volador) y *N. velox* (tiburón zorrillo) que suman 6.4% (Fig. 2).

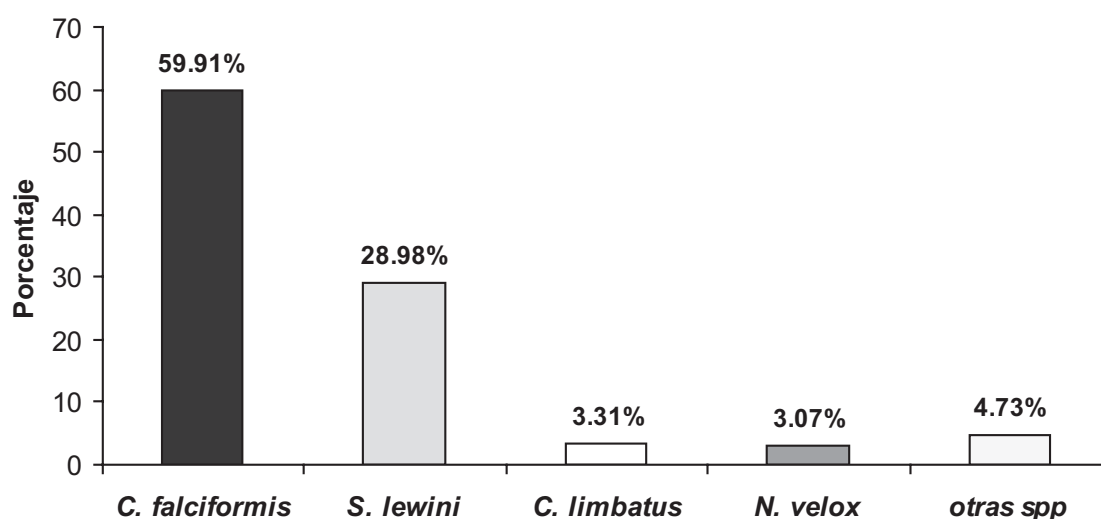


Figura. 2. Composición específica de tiburones capturados en puerto Madero, Chis., de 1996 a 2003

BIOLOGÍA

El tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* es una especie vivípara, tropical y subtropical de distribución cosmopolita. Es común en el Pacífico mexicano, incluyendo

Golfo de California, así como en el litoral del Golfo de México y Mar Caribe (Compagno, 1984; Castro, 1983).

En el periodo de 1996-2003 se registraron 22,562 organismos de *C. falciformis*. La captura se conforma regularmente por cuatro grupos, constituidos por organismos recién nacidos en el primer grupo hasta 12 años de edad en el grupo cuatro (Fig. 3). Esta estructura se observa todos los años, con un porcentaje elevado de juveniles, mientras que el grupo de adultos (mayores de 240 cm LT) no está bien representado. Esto probablemente se debe a que esta fracción de la población se encuentra principalmente en la zona oceánica, fuera de la zona de operación de la flota artesanal.

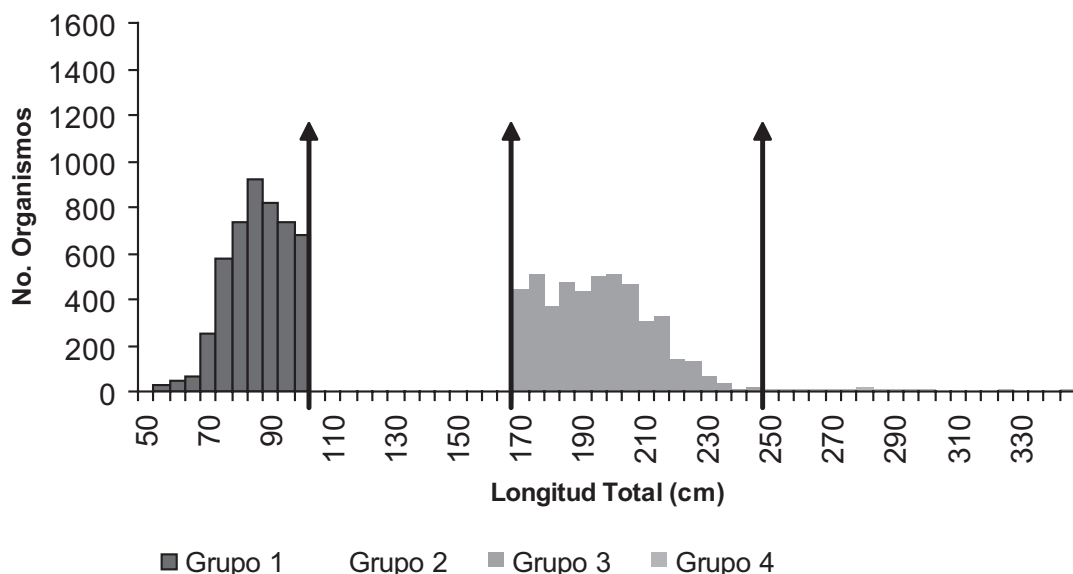


Figura 3. Estructura de tallas del tiburón aleta de cartón (*C. falciformis*) en el Golfo de Tehuantepec.

La longitud total (LT) de ambos sexos presentó un intervalo de 50 a 340 cm, con un promedio de $131.07 \text{ cm} \pm 0.0018$. Para las hembras las tallas variaron de 50 a 338 cm LT con un promedio de 131.73 ± 0.0036 , mientras que para los machos de 50 a 340 cm LT con un promedio de $130.38 \text{ cm} \pm 0.0035$.

La talla de primera madurez (T_m) en las capturas de *C. falciformis* estimada al 50% de los organismos que han alcanzado la madurez sexual, fue de 177 cm LT para hembras, observándose que el 26.4% corresponde a hembras maduras y el 73.6% de hembras juveniles. En los machos, la T_m se estimó en 168 cm LT, correspondiendo el 20% a machos maduros y el 80% a organismos juveniles.

Se registraron 138 hembras grávidas desde los 128 cm LT hasta los 322 cm LT en los meses de marzo, mayo, julio, agosto y septiembre. De éstas, el 90.6% contenían crías en diferentes estadios de desarrollo con tallas de 12 cm a 64 cm LT; mientras que los neonatos presentaron su mayor abundancia en julio, agosto, septiembre y octubre. El neonato más pequeño fue capturado en agosto con una longitud total de 50 cm LT.

En el Golfo de Tehuantepec, se ha observado que esta especie presenta alumbramientos durante todo el año, sin embargo, la abundancia de hembras grávidas y neonatos muestran los periodos mas intensos de alumbramiento en verano (julio a septiembre), y periodos

menores de alumbramiento en marzo y abril. Se han registrado cinco estadios de desarrollo embrionario diferentes en un mismo mes (huevos implantados en el útero, embriones de 12-14 cm LT, embriones de 22-25 cm LT, embriones de 48-51 y embriones de 59-68 cm LT), lo cual, de acuerdo con Castro *et al.* (1999), sugiere una reproducción consecutiva y continua en todo el año (Fig. 4). Regularmente, las hembras grávidas contienen un número de crías de 2 a 7 (promedio de 6.36 ± 0.18), el tamaño de las crías al nacer es de 50-68 cm LT, la proporción de sexos (hembras-machos) de las crías es de 1:1 y un periodo de gestación de 11 a 12 meses.

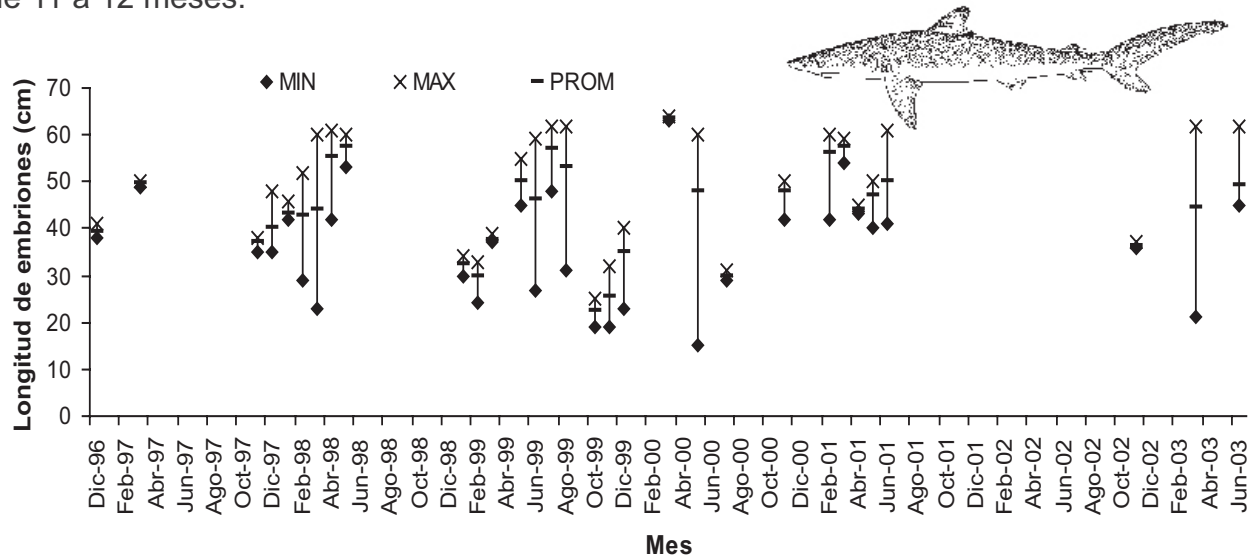


Figura 4. Crecimiento embrionario del tiburón aleta de cartón (*C. falciformis*) en el Golfo de Tehuantepec.

El tiburón martillo *Sphyrna lewini* es una especie cosmopolita, que habita en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico mexicano, incluyendo el Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe (Compagno, 1984).

En el litoral de Chiapas, los índices de abundancia en las descargas de puerto Madero indican que es la segunda especie en importancia en la región. Se han registrado 10,919 organismos en el periodo 1996-2003. Las tallas mostraron un intervalo de 30 a 495 cm LT de ambos sexos (promedio de $81.23 \text{ cm} \pm 0.0045$); de 30 a 495 cm LT (promedio de $77.41 \text{ cm} \pm 0.0085$) para las hembras y de 34 a 330 cm LT (promedio de $85.41 \text{ cm} \pm 0.0096$) para los machos. La mayor captura incide sobre organismos recién nacidos (Fig. 5).

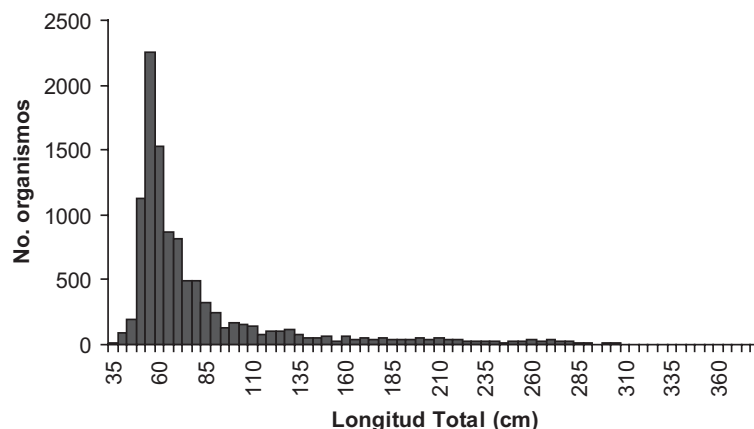


Figura 5. Estructura de tallas del tiburón cornuda (*Sphyrna lewini*) en el Golfo de Tehuantepec.

La talla de primera madurez (T_m) en las capturas de *S. lewini* estimada al 50% de los organismos que han alcanzado la madurez sexual, fue de 169 cm LT para hembras, correspondiendo 9% a hembras maduras y el 91% a hembras inmaduras. En los machos la edad de primera madurez fue de $T_m=154$ cm de LT; correspondiendo el 14.6 % a machos adultos y 85.4 % a organismos inmaduros. El 56.4% de los individuos inmaduros de esta especie fueron los neonatos y 28.7% juveniles.

La mayor abundancia de hembras grávidas ocurre en los meses de mayo a julio; con un intervalo de talla de 207 a 380 cm LT. Las tallas de los embriones presentaron un intervalo de 24 a 59 cm de LT (promedio de $47.6 \text{ cm} \pm 0.10$) (Fig. 6). El número de crías presentes en las hembras fue de 3 a 48 (promedio de 19.3 ± 0.21) y la proporción de sexos de 1:1. De 140 registros de hembras grávidas el 85.7% tenían crías, observándose que la hembra preñada más pequeña, de 207 cm LT, contenía 15 embriones.

Los meses de mayor abundancia de neonatos de junio a agosto con un intervalo de tallas de 35-66 cm LT, lo cual indica que la temporada de nacimiento es de mayo a julio (finales de primavera e inicio del verano) y la talla de nacimiento fue de 35 a 59 cm LT. Se estimó un periodo de gestación de doce meses, con ciclo de reproducción anual.

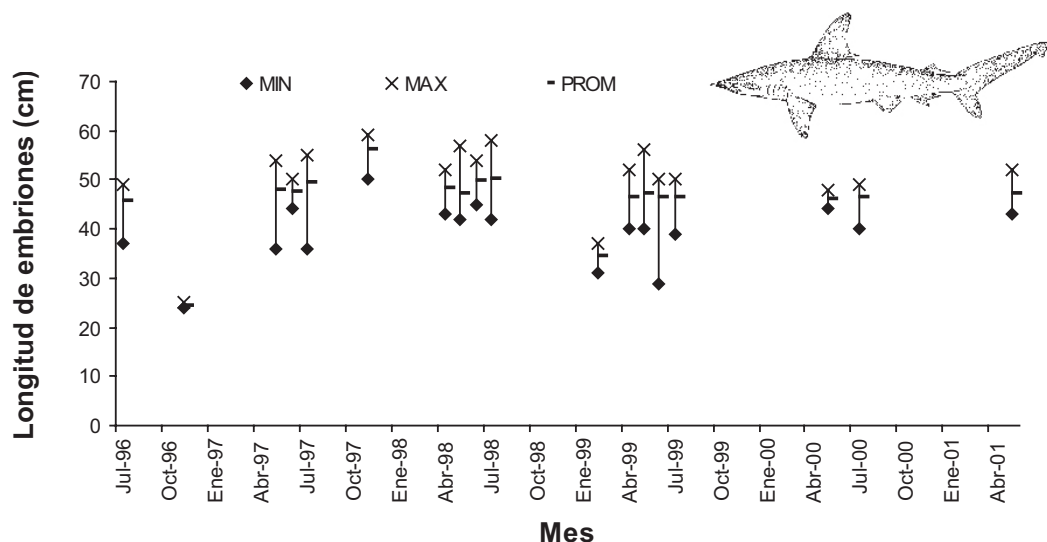


Figura 6. Crecimiento embrionario de la cornuda, *S. lewini*, en el Golfo de Tehuantepec

Migración

El tiburón aleta de cartón presenta dos movimientos estacionales al año: el primero de norte a sur (del Golfo de California hacia aguas de Centroamérica) en los meses de marzo-abril, periodo en el cual se presenta un lapso intenso de captura; el segundo movimiento se realiza de sur a norte en los meses de julio a septiembre con un pico en agosto-septiembre. Ambos movimientos coinciden con los equinoccios de primavera y otoño, dirigiéndose hacia el sur en las postrimerías de invierno y la primavera, y hacia al norte en el verano, por lo que sus migraciones obedecen a los cambios de temperatura de las masas de agua, en busca de las mejores condiciones de disponibilidad de áreas de alimento, además de regresar a sus áreas habituales de alumbramiento para protección de sus crías como son las aguas del Golfo de Tehuantepec. Las migraciones de los tiburones pueden ser cortas o largas, ya que

su distribución y abundancia está fuertemente influida por sus adaptaciones morfológicas y de comportamiento a su medio físico (temperatura, oxígeno, solubilidad y corrientes oceánicas), a sus ciclos reproductivos y a sus presas (ej. migraciones verticales diarias, en áreas cercanas a la costa). Algunas especies de tiburones llegan a sitios específicos para apareamiento, frecuentemente en grandes cardúmenes compuestos de individuos de la misma talla y sexo. Las hembras de muchas especies migran a áreas de crianza específicas para depositar sus huevos o alumbrar a sus crías. Estas áreas se caracterizan por ser altamente productivas (aguas estuarinas o costeras) donde la abundancia de peces pequeños y crustáceos proveen suficiente alimento para el crecimiento de las crías, como es el caso de la cornuda (*Sphyrna lewini*), el tiburón volador (*C. limbatus*), la tintorera (*Galeocerdo cuvieri*) y el zorrito (*Nasolamia velox*), que se acercan al litoral de Oaxaca y Chiapas en la temporada de lluvia (verano) (Castro, 1993; Hueter, 1998).

Zonas de Crianza

La pesca de escama en la región (conocida como captura del pescadito) se realiza en zonas cercanas a la costa desde la barra de San Simón hasta Pijijiapan (Las Palmas), principalmente cuando las condiciones meteorológicas no permiten salir a la pesca de tiburón, así como en los meses de disponibilidad o “corrida” de otros recursos (chato, sierra, berrugata, curvina, bagre, pargo y guachinango). Estas áreas coinciden con la zona de crianza de la cornuda (*Sphyrna lewini*) en los meses de junio y julio, por ello, se capturan organismos recién nacidos (neonatos) denominados “tripa” por los pescadores chiapanecos. Normalmente en la región las lluvias inician en julio y es cuando ocurre el alumbramiento de esta especie, sin embargo, cuando se adelantan las lluvias también se adelanta el alumbramiento de la cornuda ya que se han registrado organismos neonatos desde mayo.

En otras especies como el tiburón aleta de cartón, tiburón chato y tintorera, los machos y hembras adultos de tallas grandes se separan del resto del grupo (juveniles) debido al comportamiento reproductivo (apareamiento y alumbramiento), y permanecen desde la zona Boca de Cielo hasta Salina Cruz, en donde se ha observado que estas especies la utilizan como área de crianza. En esta región, los pescadores de puerto Madero establecen campamentos para la pesca de tiburón de tallas grandes, ya que se acercan a las zonas costeras a parir en dos temporadas: la primera cuando se quitan los nortes (marzo-abril) y la otra en los meses de junio a agosto.

Por lo anteriormente expuesto, es indispensable tomar medidas de protección de la zona de crianza del tiburón cornuda (*S. lewini*) durante el periodo de mayo a julio desde la barra de San Simón a Pijijiapan (Las Palmas). En cambio, la temporada de protección de la zona de crianza del tiburón aleta de cartón (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón chato (*C. leucas*) y tintorera (*Galeocerdo cuvier*), es mas compleja debido a que la principal especie objetivo (*C. falciformis*) se reproduce y alumbra durante todo el año, no obstante es necesario proteger el lapso reproductivo mas intenso (julio a septiembre) y los pulsos menores de marzo-abril en la zona de Boca de Cielo a Paredón.

Estructura de la comunidad

Con un total de 35,565 organismos correspondientes a 21 especies de tiburones se determinó la diversidad mensual durante el periodo de 1996 a 2001, así como sus asociaciones antes,

durante y después del fenómeno El Niño 1997-1998. Se utilizaron los índices de diversidad de Hill (1973), análisis de ordenación (Escalamiento Multidimensional No Métrico) y la temperatura superficial del mar y el MEI (Índice Multivariado ENSO) como marco de referencia ambiental.

Durante el fenómeno El Niño 1997-1998, especialmente en los meses de octubre-97 a marzo-98 se registró una declinación acentuada de la diversidad (Fig. 7), observando una correlación inversa significativa con la temperatura superficial del mar (Pearson = 0.87, $p < 0.05$), mientras que al final del periodo El Niño la diversidad aumentó hasta marzo del 2000 (La Niña 1998-2000), declinando nuevamente hacia agosto del 2001 aparentemente como un retorno a condiciones previas. Estos patrones sugieren la influencia de dichos fenómenos sobre la diversidad y abundancia de los tiburones en la región.

Este evento climático causó un impacto positivo principalmente sobre la abundancia de tres especies (*C. falciformis*, *C. limbatus* y *S. lewini*) en el Golfo de Tehuantepec; las cuales, junto con *C. leucas*, *Alopias pelagicus*, *Nasolamia velox*, *Mustelus lunulatus* y *S. zygaena*, constituyen la base de la estructura de la comunidad como depredadores tope del sistema

Se definieron tres grupos de tiburones: el primero formado por *C. falciformis* y *C. limbatus*, el segundo por *C. leucas*, *A. pelagicus*, *N. velox* y *C. limbatus* y el tercero lo conformaron *S. lewini*, *M. lunulatus* y *S. zygaena*. Estos grupos mostraron ligeras variaciones de asociación antes, durante y después del evento El Niño, causando un impacto sobre la estructura de la comunidad de tiburones en el Golfo de Tehuantepec. Estas asociaciones y el comportamiento de la diversidad fueron consecuencia de tres factores fundamentales: disponibilidad del recurso a la pesquería, el ambiente (temperatura), y movimientos migratorios de los stocks.

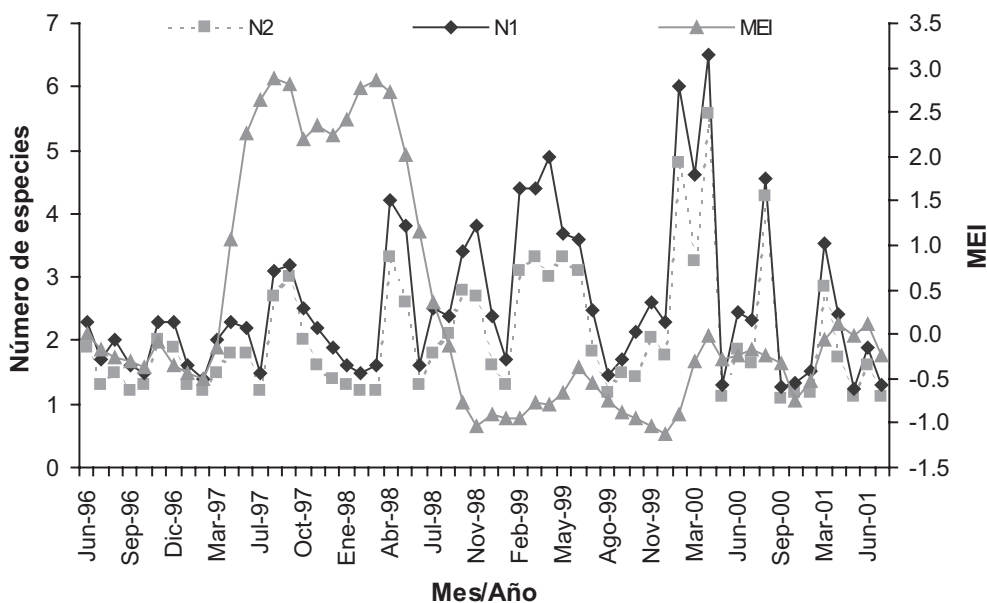


Figura 7. Diversidad de tiburones y su relación con la temperatura superficial del mar en el Golfo de Tehuantepec (N2: especies muy abundantes; N1: especies raras, MEI: Índice Multivariado ENSO).

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones, equipos y artes de pesca

La totalidad de las capturas de tiburones desembarcadas en los puertos del litoral de Chiapas se realiza con embarcaciones menores denominadas “pangas” o “lanchas”. La pesquería de tiburón cuenta con una flota de 290 embarcaciones menores con las siguientes características: eslora de 7.62 m, manga de 1.82 m y puntal de 0.70 m. La mayoría de la flota cuenta con motores fuera de borda de 75 CF y de 115 CF, el 20 % de la flota aproximadamente tiene motores auxiliares de 45 CF.

Las actividades de pesca se efectúan durante todo el año -limitadas únicamente por las condiciones climáticas- en los caladeros que se ubican fuera de la franja costera, que comprende de 160 a 200 Km a partir de la línea de costa, y generalmente los viajes de pesca duran un día con un tiempo efectivo de pesca de 5 a 10 horas.

Actualmente, el principal arte de pesca empleado para la captura de tiburón en esta región es el palangre utilizado principalmente “a flote” y en menor proporción “a fondo”; la operación de este último se le denomina “cimbra”. Debido a las características que presentan los equipos de pesca, sus actividades y forma de operación de los artes de pesca, puede considerarse que la flota de la pesquería de tiburón en el litoral de Chiapas es homogénea.

La línea madre del palangre está construida de polietileno (PE) de 4 y 6 mm de diámetro, principalmente de 4 mm. La longitud de la línea madre en promedio tiene de 750 a 800 m. Las boyas se encuentran intercaladas cada cuatro reinales a la misma distancia.

El anzuelo circular también conocido como “garra de águila” es el único que se usa en el palangre tiburonero de la región y los más comunes son el 15/0 y 16/0 de la marca Mustad. Algunos palangres incluyen una baja proporción del anzuelo 14/0. La cantidad de anzuelos que contiene cada palangre varía entre 260 y 390, un mayor porcentaje registró entre 300 y 310 y en menor proporción de 360 a 370 anzuelos. La carnada (barrilete) se captura durante el traslado rumbo al área de pesca o se compra en tierra con algún distribuidor.

Los reinales tienen una longitud variable (200 a 625 cm), sin embargo la mayoría son de 400 cm. Presentan dos secciones: un tramo de nylon monofilamento de 2 mm de diámetro (ocasionalmente de 3 mm), y una sección de alambre de acero inoxidable de 1 mm de diámetro, conocida como alambrada, en la que se une el anzuelo. Las distancias entre reinales generalmente son de 20 m, sin embargo, se registraron valores mínimos de 10 m y máximos de 38 m.

Las boyas utilizadas son de material de plástico entre las que predominan recipientes de un galón de capacidad. En algunos casos, se combinan con boyas esféricas de acrílico de aproximadamente 25 cm de diámetro. Generalmente éstas se unen directamente a la línea madre, de manera que no es propiamente un orinque.

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

La captura por unidad de esfuerzo estimada en número de organismos por viaje, representa los índices de abundancia del recurso tiburón en el periodo de 1996-2001. Los meses con mayor esfuerzo de pesca fueron marzo 1998, julio y septiembre 1999, mientras que los valores más altos de los índices de abundancia para el grupo de tiburones se registraron en agosto-96, junio y julio de 1997 y junio de 1998 (Fig. 8), con una tendencia descendente hacia el 2000 y 2001 (Fig. 9) y diferencias entre los dos primeros años con el resto del periodo (Tabla 2). En general, los picos anuales más importantes se observaron en los meses de enero a marzo y de junio a septiembre.

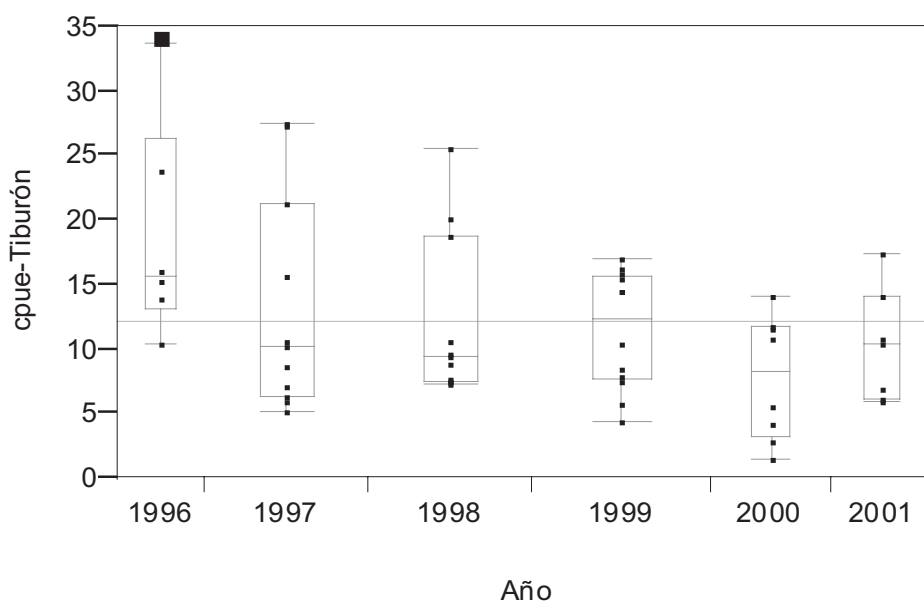


Figura 8. Captura por unidad de esfuerzo del grupo tiburón en el Golfo de Tehuantepec.

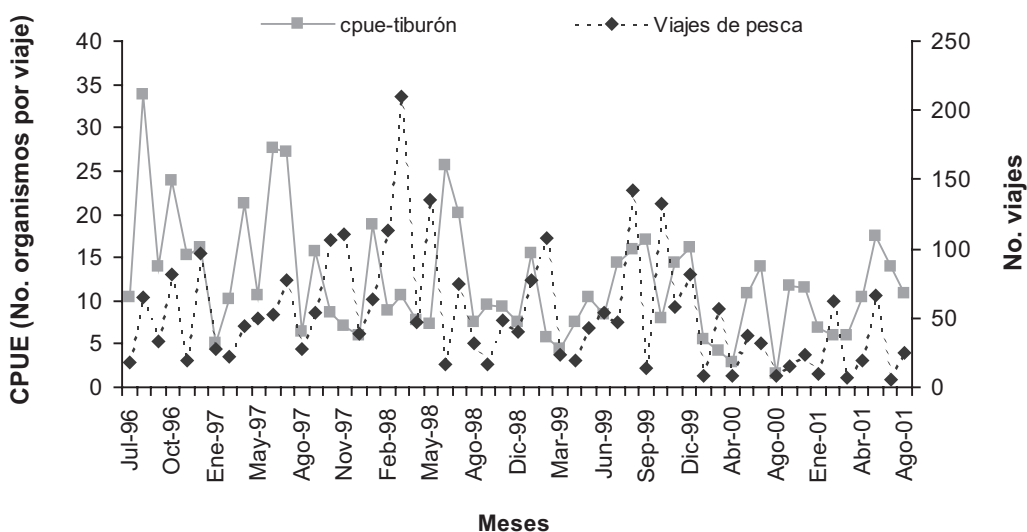


Figura 9. Distribución de la CPUE de Tiburón.

Tabla 2. Estadísticos relativos a la CPUE (No. organismos/viaje) anual de tiburones en el Golfo de Tehuantepec. d.e.= desviación estándar, Li y Ls, límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%, respectivamente

Año	Media	d.e.	Li	Ls
1996	18.8631	8.54119	9.8996	27.827
1997	13.2533	8.44979	7.5767	18.93
1998	12.0926	6.35216	7.8252	16.36
1999	11.4942	4.535	8.6128	14.376
2000	7.7972	4.76617	3.8126	11.782
2001	10.2264	4.34207	6.2107	14.242

Estos índices de abundancia se relacionaron con el Índice Multivariado ENSO (MEI) y la temperatura superficial del mar (TSM). En el primer caso, se observó que la mayor frecuencia de captura de tiburón se registró principalmente de 0 a -1.2 del MEI, mientras que en la relación de las variables TSM vs CPUE-tiburón (Fig. 10), la mayor frecuencia de las capturas se encuentran por arriba de los 27 °C.

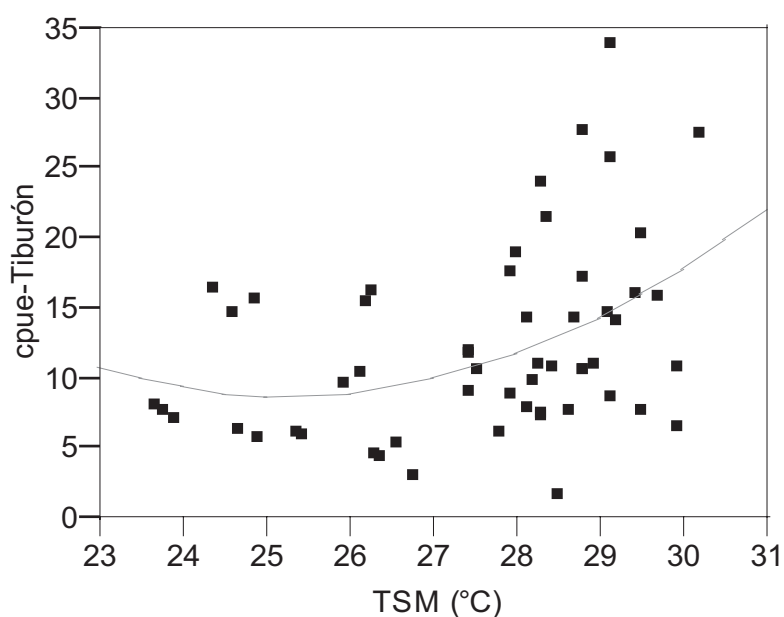


Figura 10. Relación entre la CPUE de tiburón con la temperatura superficial del mar (TSM)

Los índices de abundancia mas altos del tiburón aleta de cartón (*C. falciformis*) para la región del Golfo de Tehuantepec, se registraron de octubre a diciembre de 1996, antes del evento El Niño 1997-1998. Sin embargo, estos picos cambiaron durante la evolución del evento, al registrarse una mayor abundancia del recurso en marzo-1997, enero-marzo de 1998 y enero de 1999, lo cual se considera como un efecto positivo de este evento climatológico sobre la distribución, abundancia y disponibilidad del recurso. Este comportamiento de la especie cambió en el segundo semestre de 1999 al observarse los valores mas altos de los índices de abundancia desde julio hasta diciembre, presentando una tendencia similar en

2000 y 2001, lo que indica un posible retorno a las condiciones de disponibilidad del recurso semejantes a las de 1996 (Fig. 11).

La segunda especie en importancia, *S. lewini*, registró los mayores picos de índices de abundancia entre junio y julio de cada año, lo cual, implica un comportamiento estacional mejor definido con un efecto positivo en su disponibilidad generado por El Niño 1997-1998 (Fig. 11).

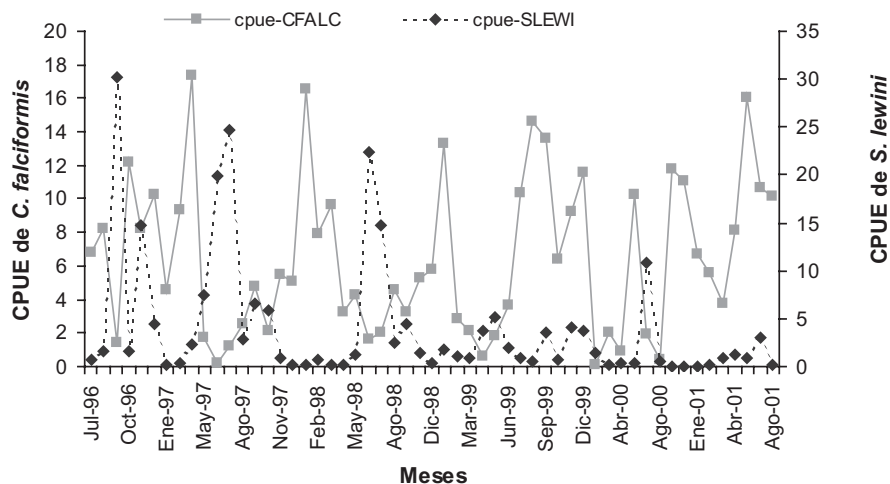


Figura 11 Patrón estacional de la captura por unidad de esfuerzo de *C. falciformis* y *Sphyrna lewini* en el Golfo de Tehuantepec.

La distribución de la CPUE anual de *C. falciformis* aparentemente no presentó variaciones importantes durante el periodo de estudio, por ello, no se observaron diferencias interanuales (Fig. 12a). En cambio, la distribución anual de los índices de abundancia de *S. lewini*, presentaron una declinación importante hacia el final del periodo con diferencias principalmente entre los tres primeros años con respecto a los tres siguientes años (Fig. 12b). En las Tablas 3 y 4 se muestran los intervalos de confianza de los índices de abundancia para ambas especies, en el caso de *S. lewini* los valores negativos se ajustaron a cero por ser valores irreales. El mismo patrón se observó para *C. falciformis* y *S. lewini*.

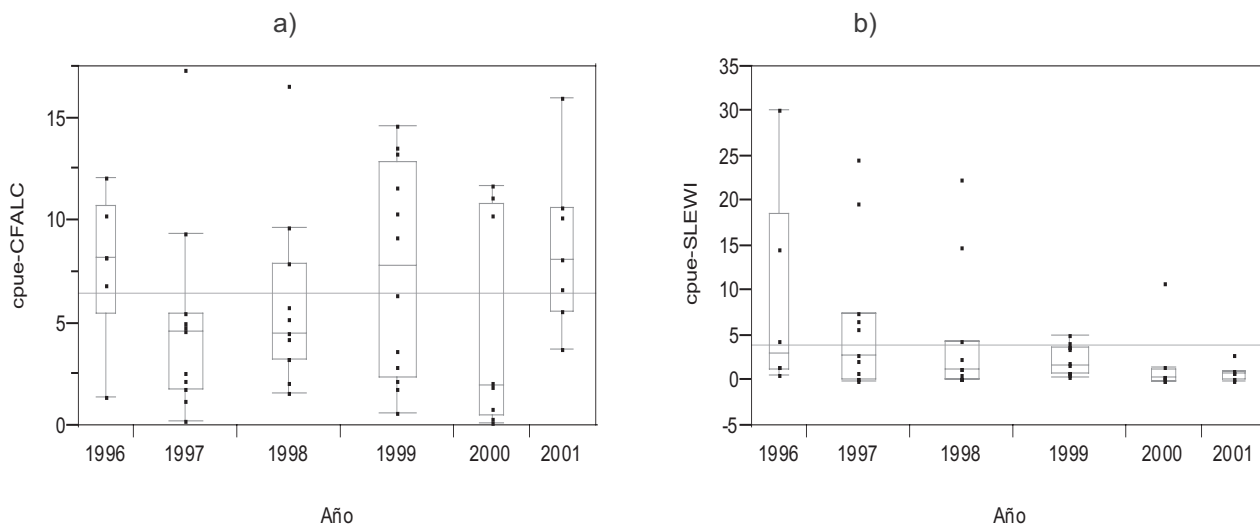


Figura 12. Distribución de la CPUE anual del tiburón aleta de cartón (a) y de la cornuda (b).

Tabla 3. Estadísticos relativos a la CPUE (No. organismos/viaje) anual de *C. falciformis* en el Golfo de Tehuantepec. d.e.= desviación estándar, Li y Ls, límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%, respectivamente.

Año	No meses	Media	Desv.Std.	L. inferior 95%	L. Superior 95%
1996	6				
1997	11				
1998	11				
1999	12				
2000	8				
2001	7				

Tabla 4. Estadísticos relativos a la CPUE (No. organismos/viaje) anual de *S. lewini* en el Golfo de Tehuantepec. d.e.= desviación estándar, Li y Ls, límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%, respectivamente.

Año	No meses	Media	Desv.Std.	L. inferior 95%	L. Superior 95%
1996	6				
1997	11				
1998	11				
1999	12				
2000	8				
2001	7				

Captura por Unidad de Esfuerzo (kilogramos por viaje)

El esfuerzo aplicado al recurso por la flota tiburonera de puerto Madero en los dos últimos años (2002-2003), indica que el 10 % de la flota realiza alrededor de 1,200 viajes de pesca anuales. Para 2002 se estimó una CPUE mensual por viaje de 40.8 a 187.1 Kg/viaje, con un promedio de 103.9 Kg/viaje presentando una mayor probabilidad de valores por debajo de los 100 Kg/viaje; mientras que para el 2003 la CPUE varió entre 103 a 207 con un promedio de 155.9 Kg/viaje (Tabla 5), mostrando una mayor probabilidad de valores de CPUE entre los 125 y 200 Kg/viaje (Fig. 13) y un incremento significativo respecto al año anterior (Fig. 14a). Este mismo comportamiento se presentó en los periodos cálidos y frío de cada año (Fig. 14b, Tabla 6). No obstante, estos valores promedio mensuales por viaje se encuentran significativamente por debajo de la CPUE por viaje de los años 1997-1998 (alrededor de los 700 Kg).

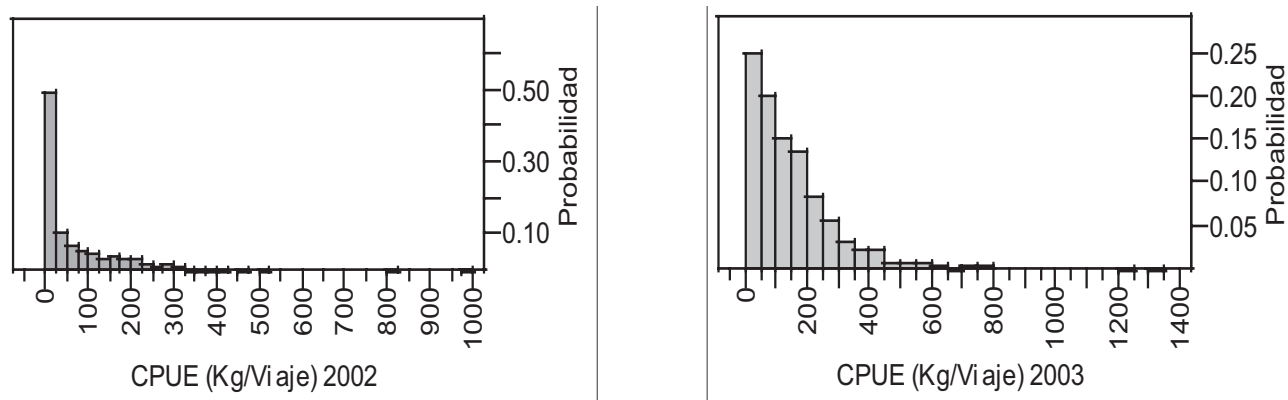


Figura 13. Distribución de los índices de abundancia (Kg/viaje) del grupo de tiburones durante 2002 y 2003.

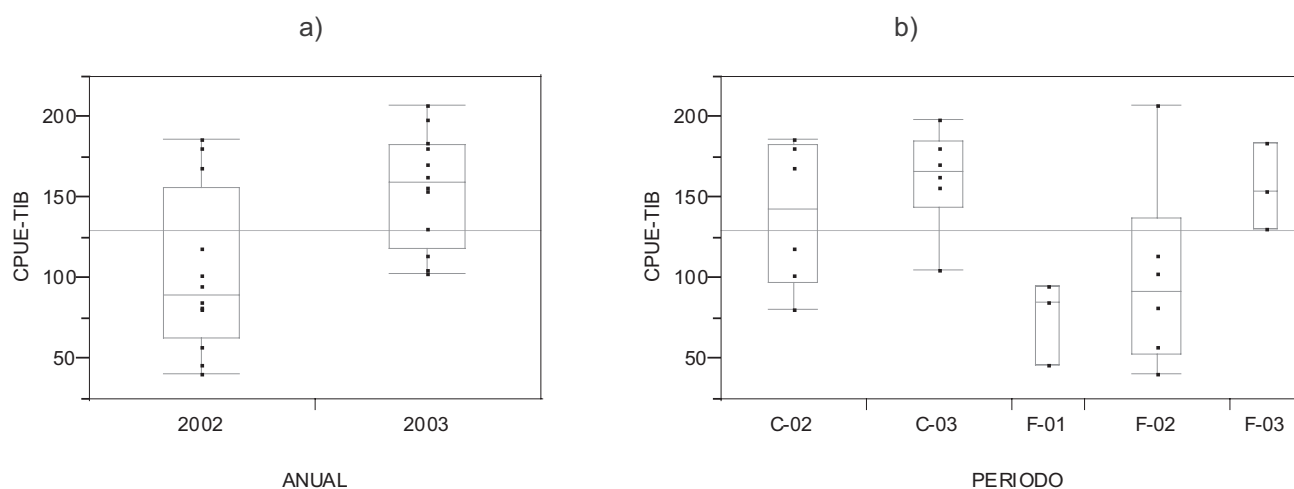


Figura. 14a. Distribución de los índices de abundancia anuales del grupo tiburón) (Kg/viaje).

Figura 14b. Distribución por periodos frío-cálido: F-01= enero a marzo/2002, C-02=abril a septiembre/2002, F-02= octubre a diciembre/ 2002 y enero a marzo/2003; C-03= abril a septiembre/2003; F-03= octubre a diciembre/2003.

Tabla 5. Estadísticos relativos a la CPUE (No. organismos/viaje) anual del grupo tiburón en el Golfo de Tehuantepec. d.e.= desviación estándar, Li y Ls, límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%, respectivamente.

Año	No meses	Media	Desv.Std.	L. inferior 95%	L. Superior 95%
2002	12				
2003	12				

Tabla 6. Estadísticos relativos a la CPUE (Kg/viaje) del grupo tiburón por periodos (cálido-frío). F-01= enero a marzo/2002; C-02= abril a septiembre/2002; F-02= octubre a diciembre/ 2002 y enero a marzo/2003; C-03= abril a septiembre/2003; F-03= octubre a diciembre/2003. d.e.= desviación estándar, Li y Ls, límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%, respectivamente.

Periodo	No meses	Media	Desv.Std.	L. inferior 95%	L. Superior 95%
Calido 02	6				
Calido 03	6				
Frío 01	3				
Frío 02	6				
Frío 03	3				

Los índices de abundancia del grupo de tiburones, considerando el 10 % de la flota, indican que los rendimientos de este recurso fueron relativamente bajos en el 2002 con una recuperación importante en el 2003, con CPUE mensuales menores a los 200 kg/viaje (Figura 15).

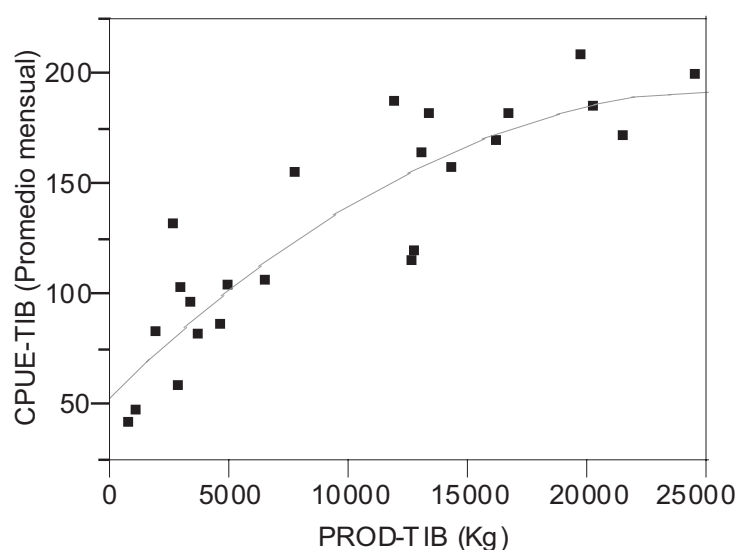


Figura 15. Captura por unidad de esfuerzo del grupo de tiburones 2002-2003 (producción mensual del 10 % de la flota).

Los resultados de este apartado, podrían sugerir que la flota de Chiapas ha ejercido una sobrepesca del recurso en la región. Sin embargo, es necesario subrayar que los países centroamericanos han intensificado la captura de este recurso principalmente durante los últimos 6 años mediante embarcaciones menores y alrededor de 10 embarcaciones industriales con palangre al menos en Guatemala (Ruiz y Mijangos, 1999), así como por la incursión de buques extranjeros de calado semejante a los atuneros, como consecuencia de una alta demanda de las aletas en el mercado asiático.

Punto de Equilibrio Económico

El análisis del Punto de Equilibrio Económico (PEE) permite organizar y presentar algunas de las relaciones estáticas de una empresa en el corto plazo. Muestra como los costos, ventas y ganancias varían cuando cambia el nivel de producción. En el presente análisis no se toma en cuenta el valor temporal del dinero. El modelo más conocido de punto de equilibrio relaciona los costos fijos y variables con los ingresos por ventas. Por definición, el PEE corresponde al nivel donde el valor de una unidad de producto es igual al costo de producir dicha unidad de producto (Zugarramurdi *et al.*, 1998).

Considerando lo anterior, se utilizó información de los rendimientos de un equipo de pesca (CPUE), así como los costos de operación y los costos fijos que se generan en un día de pesca. En un viaje de pesca, se considera como gasto fijo la paga mensual de tres personas (en este caso un día de salario), la carnada, hielo, pila seca y el consumo de gasolina; mientras que la paga al pescador es considerado como gastos variables dependiendo de la disponibilidad del recurso y/o la producción de un viaje. Por lo que, el PEE para un viaje de pesca se encuentra alrededor de 247.195 Kg/viaje utilizando un gasto de gasolina de 6 bidones (360 litros de gasolina). El PEE es menor cuando se utilizan 5 bidones de gasolina (CPUE de 175.0 Kg/viaje) y cuatro bidones (141.0 Kg/viaje) (Fig. 16).

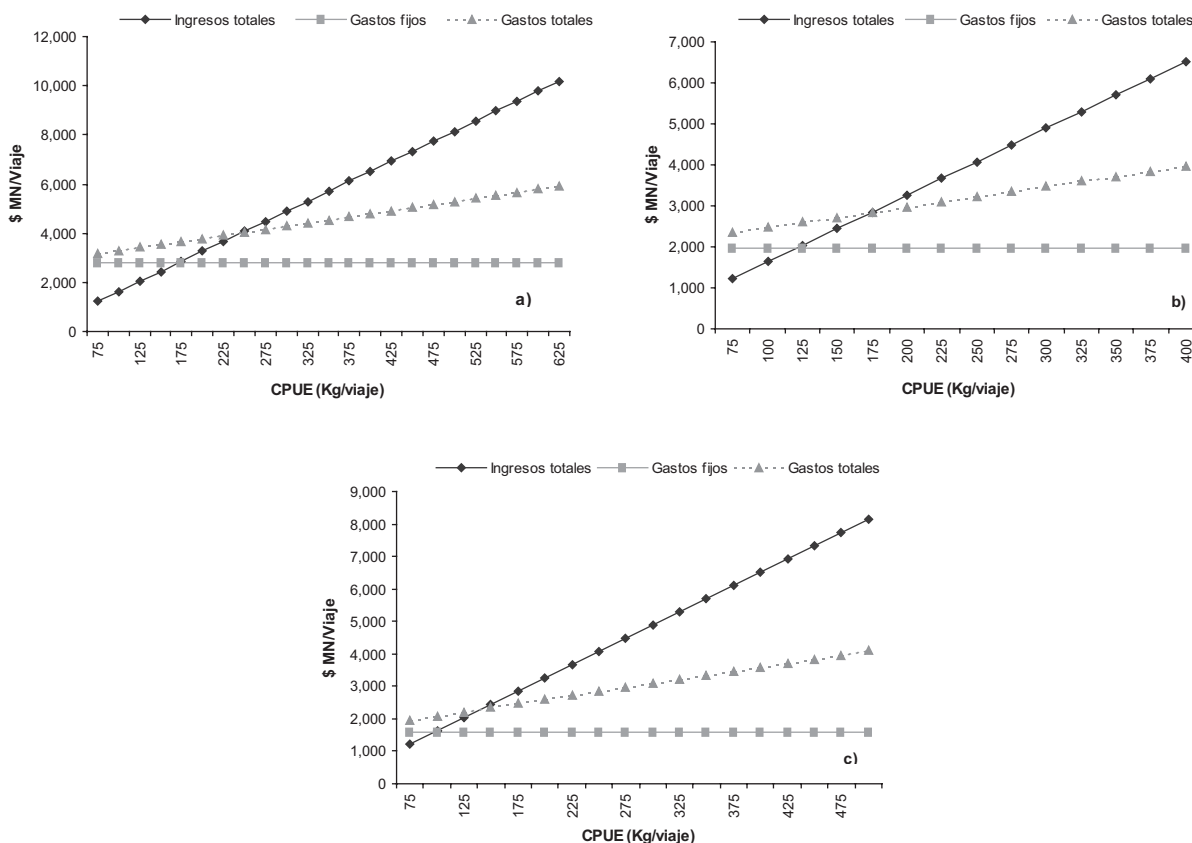


Figura 16. Punto de Equilibrio Económico de la operación de un viaje de pesca de la flota tiburonería en el Golfo de Tehuantepec (Fig. 16a. viaje con 6 bidones, Fig. 16b. Viaje con 5 bidones, Fig. 16c. viaje con 4 bidones).

Estos escenarios, la CPUE mensual y las capturas por viaje de tiburón durante 2002 y 2003 indican pérdidas económicas. Bajo estas condiciones, los inversionistas de esta pesquería indudablemente han detectado esta situación, por lo que es necesario disminuir los costos mediante la reducción del esfuerzo pesquero (viajes de pesca) y/o replantear la búsqueda de un recurso pesquero alternativo.

Tendencias históricas

Los registros de las capturas mundiales de tiburones y similares (rayas y mantas), en el período de 1978-1993, promediaron por año 610,000 t que representaron el 0.7% del total de la producción mundial en las pesquerías marinas, de las cuales 427,000 t (0.5%) correspondieron a tiburones y 183,000 t (0.2%) a rayas y mantas. Los principales países productores de tiburón en el mundo son Indonesia, India, España, Pakistán y la provincia China de Taiwán con capturas de 119, 73, 49, 47 y 42 mil toneladas anuales respectivamente durante 2001. México registro 33 mil toneladas anuales, ocupando el sexto lugar en la captura mundial de tiburón y cazón (SAGARPA, 2002).

A nivel nacional, la producción de tiburón se ubica en la octava posición, aportando el 1.6% de la producción pesquera, con 24,383 t anuales para 2002, de las cuales el Pacífico registró 18,261 t. Para 2002 la captura de tiburón-cazón registró una disminución del 27% con respecto al año 1996 (SAGARPA, 2002).

La pesca del tiburón en la costa de Chiapas hasta 1980 era una actividad poco desarrollada en la que la producción anual no sobrepasaba las 300 t. Para 1981 la demanda de alimentos de origen marino favoreció su desarrollo, convirtiéndose en un periodo de 16 años en el primer estado productor de tiburón del país con un promedio anual de 3,687 t (1981 - 1996). Sin embargo para 1999 las capturas registraron una disminución de 14% (2,908 t) con respecto al año anterior. Por su volumen de producción este Estado ocupó en 2002 el primer lugar, con el 25.7% (4,692) de la captura del Pacífico mexicano y el 19.2% de la producción nacional de tiburón-cazón (SEPESCA, 1982-1992; SEMARNAP, 1993–1999; SAGARPA, 2000–2002).

Del análisis de los volúmenes de producción anual de tiburón-cazón en puerto Madero, Chis., durante el período de 1986 y 2003 se observa que las máximas capturas fueron registradas para los años 1988 y 1989 con 5,022 t y 4,311 t respectivamente. En los últimos seis años las capturas han presentado una tendencia fluctuante, con incrementos en los años 2001 (2,644 t) y 2002 (3,112 t) del 40% al 50% aproximadamente respecto a 1997 (Fig. 17). Durante el período mencionado, la mayor producción pesquera mensual de tiburón y cazón se registró en el invierno (enero a marzo), con producciones promedio de 215-320 t (Fig. 18).

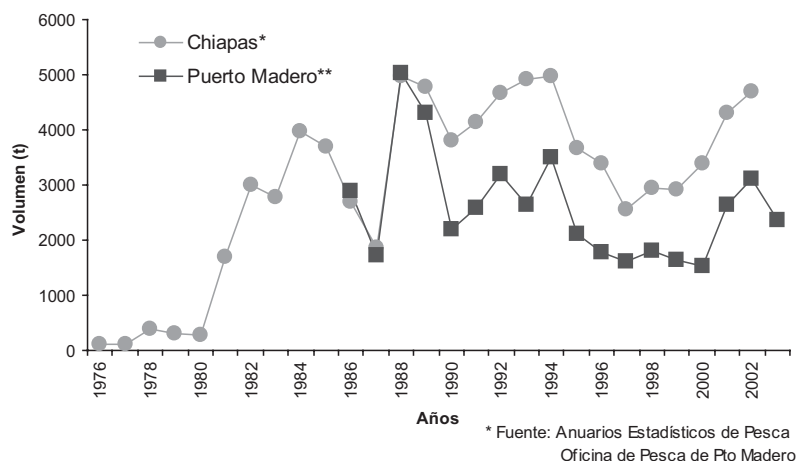


Figura. 17. Volumen de la producción pesquera de tiburón-cazón.

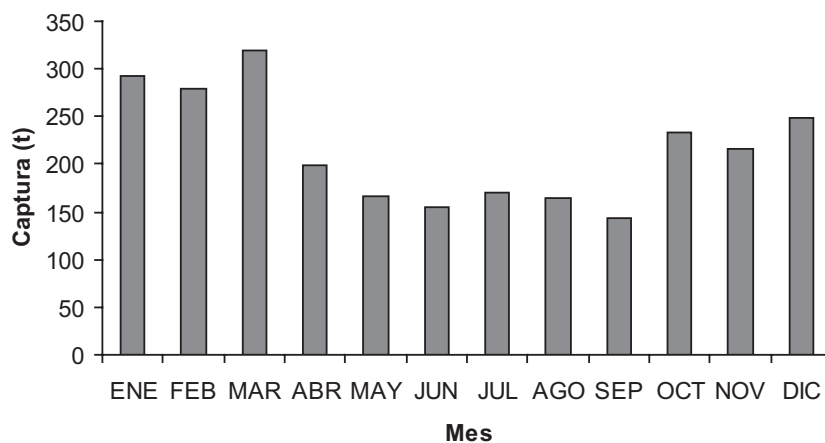


Figura 18. Producción mensual promedio de tiburón-cazón en Pto Madero, Chis., de 1986-2003.

Pesca incidental

Dentro de la fauna de acompañamiento se captura el huachinango (*Lutjanus peru*), berrugata aleta amarilla (*Umbrina roncadore*), tacazonte (*Bagre panamensis*), cherna (*Epinephelus itajara*), atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), pez vela (*Istiophorus gladius*), dorado (*Coryphaena hippurus*), entre otros.

Interacción con otras pesquerías

La pesca artesanal de tiburones grandes y pequeños, en el Golfo de Tehuantepec está íntimamente relacionada con la pesca artesanal de peces llamados de escama (Tabla 7), ya que ambas se llevan a cabo con las mismas embarcaciones y en muchos casos con los mismos equipos y artes de pesca. Generalmente las únicas diferencias entre ellas son la temporada y la zona de pesca.

Tabla 7. Principales especies de escama en la pesca artesanal en Puerto Madero, Chiapas.

Nombre Común	Nombre Científico
Berrugata Aleta Amarilla	<i>Umbrina roncadore</i>
Tacazonte	<i>Bagre panamensis</i>
Guachinango	<i>Lutjanus peru</i>
Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>
Cherna	<i>Epinephelus itajara</i>
Bagre	<i>Bagre pinnimaculatus</i>
Manta	<i>Dasyatis longus, Mylobatis SPP</i>
Chopa	<i>Kiphusus analogous</i>
Jurel	<i>Carnax hippos</i>
Mojarra	<i>Gerres sinereus</i>
Chabelita	<i>Selene brevortii</i>
Pargo	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>
Robalo	<i>Centropomus robalo</i>
Corbina	<i>Cynoscion albus</i>
Liseta	<i>Mugil curema</i>
Liseta rayado	<i>Mugil cephalus</i>
Medregal	<i>Serola rivoliana</i>
Gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>
Chato	<i>Ariopsis planepsis</i>
Palometa	<i>Peprilus synderi</i>
Cocinero	<i>Carnax caballus</i>
Cabrilla	<i>Epinephelus labriformis</i>
Lengua	<i>Brotula clarki</i>
Gallina	<i>Epinephelus acanthistius</i>
Vieja	<i>Bodianus Diplotaenia</i>

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Los puntos de desembarque en el litoral de Chiapas son Puerto Madero, Mpio. de Tapachula, Las Palmas, Mpio. de Acapetahua; Boca de Cielo y Paredón, Mpio. de Tonalá. En la región no existe una industria instalada para esta actividad pesquera, sin embargo, puede considerarse que la pesquería tiene una capacidad instalada por permisionario en puerto Madero que fue creciendo a través de los años principalmente a principios de los 80's. Actualmente, cada permisionario cuenta con una unidad de desembarque o "palapa" con servicios de agua y luz, equipos de pesca (constituidos por embarcaciones menores en número variable, hasta 21 lanchas), unidades de transporte del producto para su comercialización hacia la Ciudad de México (generalmente 2 camiones de 3.5 a 6.0 t y una Pick-Up) y una bodega o almacén de los materiales y artes de pesca. Esta infraestructura constituye la inversión que sostiene la pesquería con una flota de 290 embarcaciones menores amparadas por 40 permisos de pesca.

El número de permisionarios registrados para la captura de escama y tiburón - cazón son 52, de los cuales el 75.5% tienen permiso solo para tiburón. El número de embarcaciones registradas son 333 y de ellas el 87% se dedican a la captura de tiburón.

El número de pescadores dedicados a la captura de tiburón y escama registrados son 793, de los que el 83% participan en la pesca de tiburón. La población beneficiada por la actividad pesquera en esta región es de 2,028 personas de las cuales el 85.8% se favorece por la pesca de tiburón.

Indicadores económicos

Los productos que se exportan del tiburón son las aletas y pieles principalmente. Las aletas son la parte más valiosa del tiburón, se comercializan en los mercados de Estados Unidos y de Asia. Los mayores exportadores de tiburón son Hong Kong, Japón, China, México y los Estados Unidos. Respecto a los países importadores, la región que mayor cantidad importa es el este de Asia (\$133 millones de dólares en 1989), teniendo a Hong Kong y a Singapur como importadores principales, lo que ha propiciado que las aletas alcancen precios muy elevados.

En México, los estados de Yucatán, Sonora y Chiapas son los principales exportadores de pieles, sin embargo se desconoce el número de piezas. Los pescadores comercializan su producto a la iniciativa privada (permisionarios), quien es la que controla la mayor parte del mercado de mariscos del país. De acuerdo a las estadísticas pesqueras, los volúmenes de exportación de aletas de tiburón se incrementaron de 133 t en 1980 a 190 t en 1987 con un valor de 2.056 millones de dólares (SEPESCA, 1989). En puerto Madero, Chis, la aleta seca de tiburón (1ª clase) se comercializa a \$900.00/Kg, la aleta seca (2ª) a \$300.00/Kg, mientras que la aleta fresca extra se paga a \$450.00/Kg y la fresca de 3ª a 150.00/Kg. Se requiere 1 t de tiburón para obtener 18 Kg de aleta seca.

De acuerdo, con los datos de la FAO (1996), las exportaciones mundiales de carne de tiburón en diferentes presentaciones se incrementaron de 2,203 t en 1985 a 47,686 t en 1994,

mientras que las exportaciones se incrementaron de 33,838 t en 1985 a 50,579 t en 1994 (CITES, 1996).

Por otra parte, las pieles cuentan con un mercado internacional tanto en los E.U. como en algunos países de Europa. De 1980 a 1988 México exportó en promedio 9.4 t de pieles de tiburón (preparadas y en bruto) alcanzando un valor aproximado de 800 mil dólares.

MANEJO

Medidas administrativas

Considerando la fragilidad biológica del recurso, en marzo de 1993 se estableció una moratoria en el otorgamiento de nuevos permisos de pesca comercial de tiburón, con la finalidad de no incrementar el esfuerzo pesquero en los litorales del océano Pacífico y Golfo de México.

Con base a los resultados para la región del Golfo de Tehuantepec se recomienda un periodo y zona de protección para los neonatos y hembras del tiburón cornuda (*Sphyrna lewini*) del 15 de abril al 15 de julio, desde la Barra de San Simón hasta la Barra de Pijijiapan. Asimismo, se recomienda prohibir la utilización de palangre y redes de enmalle para reducir la mortalidad por pesca en la épocas de alumbramiento y crianza, así como evitar la captura de una proporción importante de hembras grávidas y de tiburones neonatos de la cornuda.

Actualmente no existe reglamentación pesquera para la explotación del recurso tiburón en la región del Golfo de Tehuantepec, sin embargo dentro del Programa de Normalización de Pesca Responsable de la Subsecretaría de Pesca de la SAGARPA, se constituyó el Grupo Técnico de Trabajo No. 4. Pesquerías de Tiburón con la finalidad de elaborar el proyecto de la Norma Oficial Mexicana para la Regulación de la Pesca del Tiburón (NOM-PESC-029-2004, Tiburón y especies afines. Especificaciones para su Aprovechamiento), que será el instrumento que norme el aprovechamiento racional de este recurso. Dicho proyecto que fue aprobado por el Comité de Normalización se espera que entre en vigor durante 2005. Por otro lado, la CONAPESCA cuenta con el Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de los Tiburones, Rayas y Especies Afines, el cual podrá ponerse en marcha independientemente de que la NOM-PESC-029- 2004 entre en vigor.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

Información disponible

No existen estudios sobre evaluación poblacional de los tiburones en la región del Golfo de Tehuantepec. Los trabajos de investigación que se han realizado hasta ahora sólo han permitido conocer la composición específica de las capturas comerciales, aspectos de su ciclo de vida, el esfuerzo de pesca aplicado para su explotación. Entre ellos se pueden mencionar los trabajos de Virgen *et al.* (1981), Ortiz (1993); Sierra (1995).

Apartir del proyecto de investigación científica denominado “Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de Tiburón de puerto Madero, Chiapas”, que inició actividades en junio de 1996 con la participación del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar en puerto Madero, Chis., se ha generado información biológica y pesquera (longitud total, furcal y precaudal), peso individual, estadios de madurez, proporción de sexos, hembras grávidas, tallas de embriones, esfuerzo de pesca y volumen de producción de Chiapas para el periodo 1980-1998; y como resultado un análisis por especie de estructura de tallas. Asimismo, se ha realizado un análisis de captura y esfuerzo, y se ha estimado la abundancia por especie y algunos parámetros poblacionales tales como tasas de mortalidad natural, por pesca y total; talla de madurez, talla de primera gravidez y un estimado preliminar del coeficiente de capturabilidad (q) (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de los parámetros poblacionales del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis*, y el tiburón martillo, *Sphyrna lewini* (Apéndice 1)

Golfo de México <i>C. falsiformis</i>											
crecimiento			Emax	Mortalidad		q	Peso longitud		Fecundidad		Maduréz
Loo	K	to		M	F		a	b	a	b	
320	0.09	-2.25	30	0.132	0.17, 0.15	0.0000183, 0.0000255	6.78E-06	2.94	-2.76	0.0365	6

Pacífico <i>S. Lewini</i>											
crecimiento			Emax	Mortalidad		q	Peso longitud		Fecundidad		Maduréz
Loo	K	to		M	F		a	b	a	b	
340	0.15	-0.99	23	0.131	1.33, 0.798	0.0000264, 0.0000267	0.000458	2.14	-37.74	0.213	5

Modelo

Planteamiento

Dadas sus características, los tiburones son vulnerables a la sobrepesca y la mayoría de los modelos para pesquerías consideran a organismos con un alto potencial reproductivo, madurez sexual alta, crecimiento rápido y con gran número de descendencia, condiciones que no se cumplen en los tiburones (Hoenig y Gruber, 1990).

Análisis de Población Virtual

Los intentos que se han realizado para evaluar las poblaciones de tiburones han producido resultados cuestionables debido a la información insuficiente o el uso de modelos que incorporan supuestos que se refieren más a peces teleósteos que a tiburones (Anderson, 1990). En este estudio se aplicó un análisis de población virtual (APV) con la finalidad de conocer el efecto de la explotación sobre los grupos de tallas que componen la población y un análisis preliminar sobre el estado actual de las abundancias N , sobrevivencia y su biomasa anual promedio B . Para el (APV) se utilizó la información sobre capturas y tallas

desglosada por especie para el año de 1997, de las cuales se seleccionaron *C. falciformis* y *S. lewini* por ser las dos especies más abundantes y por lo mismo la información es más completa. La metodología que se aplicó es la propuesta por Jones (1984), la cual está desarrollada para utilizar la estructura de tallas de la población y sus capturas respectivas, los requerimientos básicos adicionales al modelo es conocer estimados independientes de la mortalidad natural (M). Esta última se estimó a través de la ecuación propuesta por Hoenig (1983). Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} y K), fueron tomados para estas especies de Bonfil (1993) y Anislado (1995) y se calculó la razón de explotación F/Z para el intervalo de talla o grupo de edad mayor (Apéndice 1).

Análisis Demográfico (Apéndice 1)

Por otro lado, se realizó un análisis demográfico, en el cual la mortalidad a edades específicas, las tasas de natalidad, fecundidad y longevidad (Cailliet *et al.*, 1992) son combinadas para producir estimaciones de la tasa neta reproductiva por generación (R_0) que indica el número de hijos por hembra que reemplazarán a cada hembra por generación, el tiempo generacional (G) que es una estimación del tiempo teórico que transcurre desde que los padres nacen hasta que tienen hijos; la tasa intrínseca (instantánea) de incremento de la población (r) y el tiempo teórico de duplicidad de la población (tx_2) que es el tiempo en el que la población pudiera duplicarse siempre y cuando r sea positivo (Krebs, 1995). Asimismo, se estiman índices de mortalidad por pesca F , que permiten simular su efecto a diferentes edades de primera captura (E_{pc}). Este tipo de análisis se utiliza cuando se tiene una carencia general de series históricas de datos de captura y esfuerzo por especie, como es el caso de la pesca artesanal de tiburón en México y en esencia ofrece información sobre el estado del recurso y su susceptibilidad a la explotación.

Se llevó a cabo un análisis demográfico para el tiburón aleta de cartón, *C. falciformis*, y el tiburón martillo, *S. lewini*, utilizando datos biológicos sobre reproducción, edad de primera madurez (E_{mad}), fecundidad, edad máxima (E_{max}), proporción sexual, mortalidad natural (M), información sobre edad y crecimiento; la estimación de mortalidad total (Z) y la mortalidad por pesca (F).

El modelo demográfico permite simular la variación de la tasa neta reproductiva R_0 , o de la tasa de incremento poblacional r como una medida del vigor demográfico de la población (Krebs, 1995; Hoenig y Gruber, 1990) a diferentes mortalidades y edad de primera captura.

Los parámetros demográficos fueron estimados a diferentes escenarios. La primera estimación se realizó utilizando la mortalidad natural (M) como el único evento que afecta a la supervivencia, el cual se ha llamado escenario natural. La segunda estimación consistió en incorporar valores de mortalidad por pesca (F) calculados a partir de las capturas de 1997 y 1998, los cuales fueron considerados como los escenarios representativos del estado actual de la población.

Una vez determinado el estado actual de la población se procedió a incorporar una mortalidad por pesca variable que permite simular el efecto de una disminución o aumento del esfuerzo de pesca sobre la población. Asimismo, se muestran los escenarios que incorporan un cambio en la E_{pc} para simular modificación en el arte de pesca.

Supuestos:

-Tabla de Vida (Apéndice 1) (Cailliet, 1992; Cailliet *et al.*, 1992; Cortés, 1995; Sminkey y Musick, 1995, Cortés y Parsons, 1996):

- Distribución estable por edades de la población.
- La supervivencia anual de los tiburones a partir de la edad de primera captura (i_{pc}) está dada por $e^{-M \cdot F}$.
- Proceso de fecundidad y mortalidad no son afectados por la densidad de la población.
- El éxito reproductivo de las hembras no depende del número de machos de la población y éstos parámetros son estacionarios en el tiempo.
- La supervivencia es constante para todos los grupos de edad considerando que después que alcanzan una talla de aproximadamente 100 cm LT la depredación sobre estas especies es mínima.
- No se toman en cuenta la inmigración o emigración (esto equivale a decir en este caso que los procesos se compensan).
- La proporción sexual es 1:1.
- La estimación de los parámetros demográficos se lleva a cabo de forma determinística.

Modelo dinámico (Apéndice 1)

- El número de sobrevivientes de un año dado depende de los sobrevivientes del año anterior.
- El coeficiente de mortalidad natural (M) es constante para todos los grupos de edad y en todos los años.

En ambos modelos se supone que se trata de una sola población para *C. falciformis* y una sola población para *S. lewini* en el Golfo de Tehuantepec. Los valores de los parámetros poblacionales utilizados se indican en la Tabla 9.

Tabla 9. Valores de los parámetros demográficos para el escenario natural del tiburón aleta de cartón, *C. falciformis* y del tiburón martillo *S. Lewini* (ver Apéndice 1 para métodos de estimación).

Especie	R_0	G	r_m	recálculo de r	e^r	$i=\ln 2 \& R$	M
<i>C. falciformis</i>	7.836	19.778	0.045	0.163	1.177	4.247	1.132
<i>S. Lewini</i>	19.3880707	15.969	0.081	0.250	1.284	2.777	1.81

Incluir en Tabla 9 los valores estimados para la situación actual de F (el usado para la definición de F/Z), de los parámetros de crecimiento,

Estado actual de la pesquería de tiburón

Análisis de Población Virtual

-*Carcharhinus falciformis*

Para la estimación de sobrevivencia a través del APV se utilizaron los valores de $M = 0.132$ y una razón de explotación de $F/Z = 0.57$. En la figura 19 se presenta el número de individuos que sobreviven a cada intervalo de talla dando una

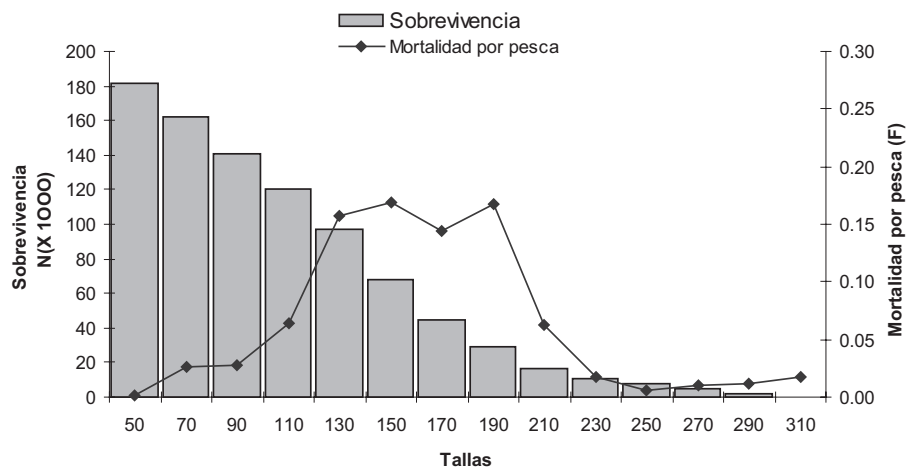


Figura 19 **Sobrevivencia y Mortalidad por pesca de *falciformis*, tiburón aleta de cartón, durante 1997.**

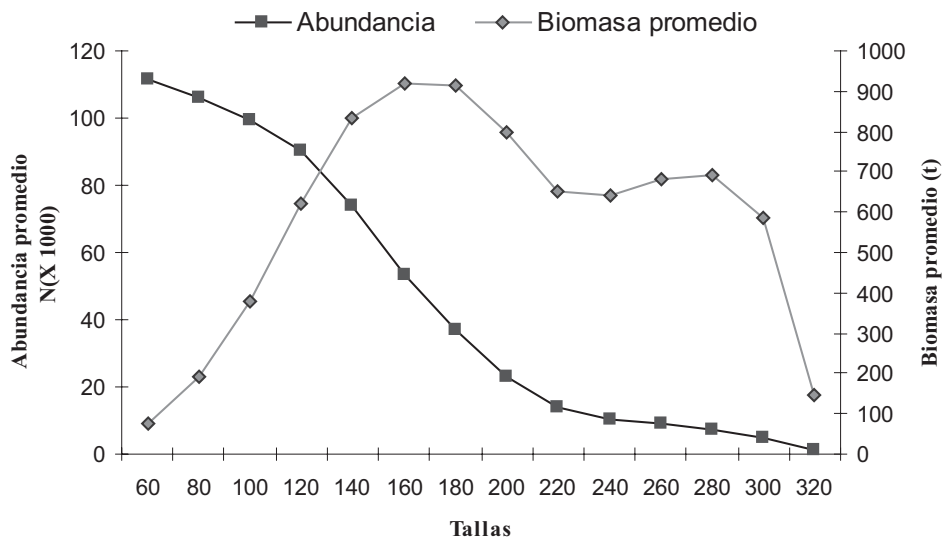


Figura 20. **Distribución de la abundancia y C. biomasa promedio por longitud de *C. falciformis* para 1997**

abundancia del grupo inicial (N_0) por arriba de los 181,000 individuos, valor que se considera subestimado, ya que la mortalidad natural se ha considerado como constante y es claro que durante los primeros años de vida ésta es mayor. En cuanto a la mortalidad por pesca, como se muestra en la misma gráfica, ésta impacta principalmente en los grupos de talla desde 130 cm hasta los 210 cm, con tasas mayores a 0.15 y máxima de 0.193. El impacto

primordial de la explotación está siendo soportado por grupos de tallas menores a la talla de primer madurez (178 cm LT). La biomasa promedio anual estimada para *C. falciformis* fue de 8,124 t. El comportamiento de la abundancia promedio (N) por tallas y su biomasa promedio correspondiente se presenta en la figura 20.

Sphyrna lewini

El estimado de supervivencia para esta especie con base en una razón de explotación inicial de 0.88 y una mortalidad natural constante de $M = 0.181$ se presenta en la figura 21. El número de individuos a cada intervalo de talla llevan a un valor del grupo inicial (N_0) de alrededor de los 147,000 individuos, valor que como en la especie anterior, se considera subestimado por la mortalidad natural constante que se asumió. Con relación a la mortalidad por pesca por grupo de talla impacta principalmente sobre los grupos desde los 50 cm hasta los 110 cm, con tasas máximas en los grupos de talla 40 - 60 con una $F = 1.48$ y el grupo 60 - 80 con una $F = 0.89$. Para esta especie fue más evidente que el impacto de la explotación está siendo soportado por grupos de tallas menores a la talla de primera madurez (100 cm LT) y transformando las tallas a edades, la explotación está soportada por los grupos de edad 0, 1 y 2. La biomasa promedio anual estimada para *S. lewini* es de 2,466.3 t. El comportamiento de la abundancia promedio (N) por tallas y su biomasa promedio correspondiente se presenta en la figura 22.

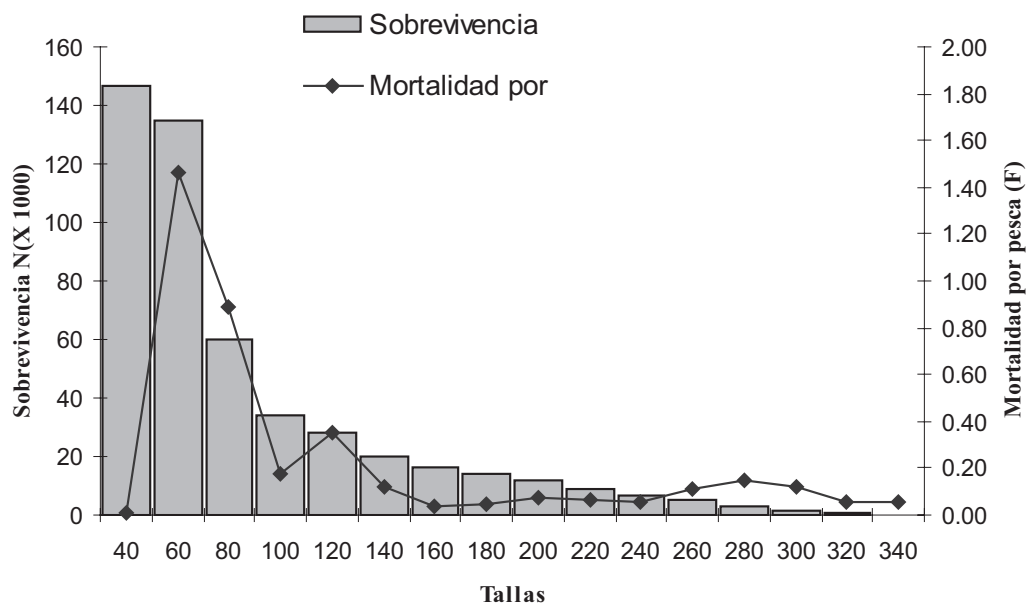


Figura 21. **Sobrevivencia y Mortalidad por pesca de *S. lewini*, tiburón martillo, durante 1997.**

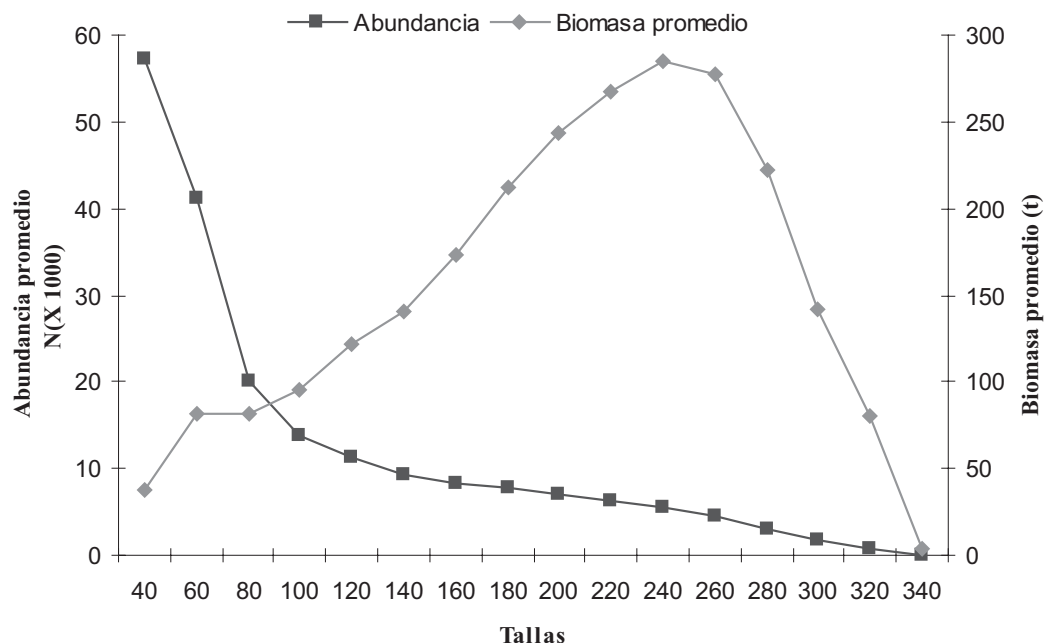


Figura 22. Distribución de la abundancia y biomasa promedio por longitud de *S. lewini* para 1997.

Análisis Demográfico

Carcharhinus falciformis

Se estimó en condiciones naturales (escenario natural), que la población se puede incrementar en un 16.3% al año (r) con una tasa neta reproductiva (R_0) de 7.83 y se pudiera duplicar cada 4 años (Tabla 9).

La estimación de los parámetros en condiciones de explotación para 1997 y 1998 con tasas de mortalidad por pesca de 0.174 y 0.149 respectivamente, indican que la población actualmente se está incrementando (r) entre el 3% y el 5% al año y el tiempo de duplicación de la población es de 20.6 a 13.5 años, respectivamente. Se observa que a un valor de $F = 0.174$ y $F = 0.149$ la tasa reproductiva neta (R_0) presenta un decremento dado que $E_{pc} < E_{pm}$ (Tabla 10). De los escenarios bajo explotación se estimaron los parámetros demográficos variando la mortalidad por pesca desde $F = 0.1$ hasta 0.26, la E_{pc} de 1 a 9.

Los resultados indicaron que la población podría disminuir desde un 2% hasta lograr un incremento del 15% al año, y la tasa neta reproductiva (R_0) presenta un intervalo de 0.5 a 5.5 y el tiempo de duplicidad (tx_2) entre -31.4 a 4.6 años.

Tabla 10. Resultado de las simulaciones del análisis demográfico del tiburón aleta de cartón, *C. falciformis* con variaciones de F (F = 0.1, 0.14, 0.149*, 0.174*, 0.18, 0.22, 0.26) a diferentes Epc (Epc = 1 a 9).

Epc	1	2	3	4	5	6	8	9
F=0.1								
Ro	2.778	3.070	3.393	3.750	4.144	4.580	5.062	5.594
G	17.988	17.988	17.988	17.988	17.988	17.988	17.988	17.988
rm	0.025	0.027	0.029	0.032	0.034	0.037	0.039	0.042
recalculo de r	0.086	0.096	0.105	0.114	0.124	0.134	0.145	0.152
e ^r	1.090	1.100	1.111	1.121	1.132	1.144	1.156	1.164
i=ln2/r	8.019	7.256	6.610	6.056	5.577	5.159	4.791	4.562
F=0.14								
Ro	1.856	2.135	2.456	2.825	3.249	3.737	4.299	4.945
G	17.281	17.281	17.281	17.281	17.281	17.281	17.281	17.281
rm	0.016	0.019	0.023	0.026	0.030	0.033	0.037	0.040
recalculo de r	0.057	0.069	0.082	0.095	0.109	0.123	0.138	0.148
e ^r	1.059	1.072	1.086	1.100	1.115	1.131	1.147	1.159
i=ln2/r	12.076	9.979	8.446	7.282	6.369	5.638	5.040	4.692
1998								
F=0.149								
Ro	1.696	1.969	2.285	2.653	3.079	3.573	4.148	4.814
G	17.124	17.124	17.124	17.124	17.124	17.124	17.124	17.124
rm	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.032	0.036	0.040
recalculo de r	0.051	0.064	0.077	0.091	0.105	0.120	0.136	0.147
e ^r	1.052	1.066	1.080	1.095	1.111	1.128	1.146	1.158
i=ln2/r	13.585	10.882	9.004	7.627	6.579	5.758	5.098	4.722
1997								
F=0.174								
Ro	1.324	1.576	1.875	2.232	2.656	3.160	3.761	4.476
G	16.692	16.692	16.692	16.692	16.692	16.692	16.692	16.692
rm	0.007	0.012	0.016	0.021	0.025	0.030	0.034	0.039
recalculo de r	0.034	0.048	0.063	0.079	0.096	0.113	0.132	0.144
e ^r	1.034	1.049	1.065	1.082	1.100	1.120	1.141	1.155
i=ln2/r	20.604	14.476	11.005	8.781	7.241	6.119	5.267	4.805
F=0.18								
Ro	1.248	1.494	1.789	2.142	2.564	3.070	3.675	4.400
G	16.589	16.589	16.589	16.589	16.589	16.589	16.589	16.589
rm	0.006	0.011	0.015	0.020	0.025	0.029	0.034	0.039
recalculo de r	0.030	0.044	0.060	0.076	0.093	0.112	0.131	0.144
e ^r	1.030	1.045	1.061	1.079	1.098	1.118	1.139	1.154
i=ln2/r	23.460	15.706	11.620	9.110	7.420	6.212	5.309	4.825
F=0.22								
Ro	0.845	1.053	1.312	1.635	2.037	2.538	3.163	3.941
G	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917
rm	-0.005	0.001	0.007	0.013	0.019	0.025	0.031	0.037
recalculo de r	0.003	0.020	0.038	0.057	0.078	0.100	0.124	0.140
e ^r	1.003	1.020	1.038	1.059	1.081	1.105	1.132	1.150
i=ln2/r	229.471	35.288	18.392	12.123	8.879	6.911	5.602	4.961
F=0.26								
Ro	0.576	0.747	0.968	1.256	1.629	2.112	2.740	3.553
G	15.270	15.270	15.270	15.270	15.270	15.270	15.270	15.270
rm	-0.016	-0.008	-0.001	0.006	0.014	0.021	0.029	0.036
recalculo de r	-0.022	-0.004	0.016	0.038	0.063	0.089	0.117	0.136
e ^r	0.978	0.996	1.016	1.039	1.065	1.093	1.124	1.146
i=ln2/r	-31.367	-176.901	42.677	18.011	11.038	7.783	5.920	5.098

Sphyrna lewini

Para el tiburón martillo, *S. lewini*, en condiciones naturales (escenario natural), la población se puede incrementar en un 25% al año (r) con una tasa reproductiva neta (Ro) de 19.4 y se pudiera duplicar cada 2.8 años (tx2) con una mortalidad natural de 0.18 (Tabla 9). La estimación de los parámetros en condiciones de explotación para 1997 y 1998 con tasas de mortalidad por pesca de 1.33 y 0.798 respectivamente, indican que la población actualmente está disminuyendo en un 6% al año (r) y la tasa neta reproductiva (Ro) presentó un rango

de 0.000007 a 0.001. Se observa que la R_o presenta un decremento como efecto de que la $E_{pc} < E_{pm}$ (Tabla 11).

Para el caso de *S. lewini* se elaboraron escenarios bajo explotación, estimándose los parámetros demográficos variando la mortalidad por pesca desde $F = 0.4$ hasta 2.0. En la tabla 11 se muestran resultados de los escenarios para varios valores de E_{pc} (E_{pc} de 0 a 9) los cuales indican que la población presenta una drástica disminución en aquellas situaciones donde los valores de F son altos y la E_{pc} varía de 0 - 5 años. Únicamente se observa escenario con incremento poblacional (r) del 1 a 8% al año, si la edad de primera captura fuera $E_{pc} \geq 6$ con $F < 1.33$, dando valores de $R_o > 1$ (1.0 a 1.8) y el tiempo de duplicidad (tx_2) entre 42.2 a 8.4 años.

Tabla 11. Resultado de las simulaciones del análisis demográfico del tiburón martillo, *S. lewini* con variaciones de F ($F = 0.4, 0.798^*, 0.8, 1.2, 1.33^*, 1.6, 2.0$ a diferentes E_{pc} ($E_{pc} = 0$ a 9)).

E_{pc}	0	1	2	3	4	5	6	7	9
F=0.4									
R_o	0.134	0.263097	0.586	1.303	1.944	2.900	4.327	6.118	8.288
G	12.649	11.315	11.315	11.315	11.315	11.315	11.315	11.641	12.204
rm	-0.069	-0.051	-0.021	0.010	0.026	0.041	0.056	0.068	0.075
recalculo de r	-0.128	-0.100	-0.044	0.024	0.064	0.109	0.157	0.194	0.219
e^r	0.880	0.905	0.957	1.025	1.066	1.115	1.170	1.214	1.245
$i=\ln 2/r$	-5.399	-6.926	-15.731	28.562	10.767	6.377	4.417	3.575	3.160
1998									
F=0.798									
R_o	0.001	0.0067	0.033	0.162	0.360	0.800	1.776	3.109	4.824
G	7.247	7.247	7.247	7.247	7.247	7.247	7.247	7.743	8.465
rm	-0.396	-0.300	-0.205	-0.109	-0.061	-0.013	0.034	0.064	0.081
recalculo de r	-0.628	-0.509	-0.379	-0.224	-0.133	-0.030	0.082	0.154	0.199
e^r	0.673	0.741	0.815	0.897	0.941	0.987	1.035	1.066	1.084
$i=\ln 2/r$	-1.751	-2.309	-3.387	-6.359	-11.328	-51.813	20.129	10.894	8.586
F=0.8									
R_o	0.001	0.006795	0.034	0.167	0.371	0.826	1.837	3.250	5.145
G	8.639	7.795	7.795	7.795	7.795	7.795	7.795	8.413	9.366
rm	-0.328	-0.278	-0.189	-0.100	-0.055	-0.011	0.034	0.061	0.076
recalculo de r	-0.392	-0.359	-0.278	-0.178	-0.111	-0.024	0.083	0.155	0.200
e^r	0.676	0.699	0.757	0.837	0.895	0.976	1.086	1.167	1.221
$i=\ln 2/r$	-1.770	-1.932	-2.494	-3.888	-6.235	-28.848	8.372	4.479	3.473
F=1.2									
R_o	0.000025	0.000271	0.003	0.033	0.110	0.364	1.207	2.420	4.080
G	6.630	6.392	6.392	6.392	6.392	6.392	6.392	7.042	7.988
rm	-0.694	-0.558	-0.395	-0.232	-0.150	-0.069	0.013	0.054	0.076
recalculo de r	-0.640	-0.594	-0.360	-0.360	-0.276	-0.148	0.030	0.130	0.187
e^r	0.527	0.552	0.698	0.698	0.759	0.863	1.030	1.139	1.206
$i=\ln 2/r$	-1.083	-1.167	-1.926	-1.926	-2.513	-4.694	23.334	5.337	3.698
1997									
F=1.33									
R_o	0.000007	0.000099	0.001	0.020	0.077	0.292	1.106	2.282	3.895
G	6.699	6.175	6.175	6.175	6.175	6.175	6.175	6.822	7.743
rm	-0.768	-0.649	-0.461	-0.274	-0.180	-0.087	0.007	0.053	0.076
recalculo de r	-0.671	-0.670	-0.550	-0.417	-0.328	-0.186	0.016	0.124	0.185
e^r	0.511	0.512	0.577	0.659	0.720	0.830	1.017	1.132	1.203
$i=\ln 2/r$	-1.033	-1.035	-1.261	-1.663	-2.113	-3.719	42.169	5.590	3.755
F=1.6									
R_o	0.0000005	0.0000133	0.00033	0.008	0.040	0.196	0.970	2.095	3.640
G	5.946	5.899	5.899	5.899	5.899	5.899	5.899	6.541	7.419
rm	-1.054	-0.827	-0.591	-0.356	-0.238	-0.120	-0.002	0.049	0.076
recalculo de r	-0.887	-0.824	-0.682	-0.530	-0.432	-0.262	-0.005	0.115	0.180
e^r	0.412	0.439	0.506	0.589	0.649	0.770	0.995	1.121	1.197
$i=\ln 2/r$	-0.782	-0.841	-1.017	-1.309	-1.606	-2.648	-132.193	6.048	3.850
F=2.0									
R_o	0.000000013	0.0000007	0.000039	0.002	0.016	0.116	0.854	1.937	3.425
G	5.695	5.688	5.688	5.688	5.688	5.688	5.688	6.331	7.172
rm	-1.385	-1.081	-0.776	-0.470	-0.317	-0.165	-0.012	0.045	0.075
recalculo de r	-1.134	-1.053	-0.877	-0.694	-0.582	-0.367	-0.028	0.105	0.175
e^r	0.322	0.349	0.416	0.500	0.559	0.693	0.973	1.111	1.192
$i=\ln 2/r$	-0.611	-0.658	-0.791	-0.999	-1.191	-1.891	-25.061	6.590	3.950

PERSPECTIVAS:

ESTRATEGIAS DE MANEJO

En su estado actual sin ningún ordenamiento, la flota artesanal captura organismos inmaduros de *C. falciformis* y *S. lewini* por arriba del 80%, siendo más crítico en la segunda especie. En el caso de *C. falciformis* la mortalidad por pesca ($F = 0.15$ hasta $F = 0.193$) impacta en los grupos por debajo de la talla de madurez de 170 cm LT, mientras que para *S. lewini* los grupos menores a la talla de madurez de 100 cm LT ($F = 1.49$ y $F = 0.89$) son los que soportan el mayor impacto de la explotación. Los estudios de APV reafirman lo antedicho ya que, las tasas de mortalidad por pesca sobre los grupos de longitud menores presentan valores máximos.

Los resultados del modelo demográfico demuestran que para *C. falciformis* la población se incrementa en un 5% anual a una $E_{pc} = 1$. Una edad de primera captura por debajo de la E_{pm} no permitirá que la población se reemplace por sí misma y si se continúa aumentando el esfuerzo, aplicando una F mayor, la población disminuirá. En análisis demográficos realizados en especies de tiburón como *Negaprion brevirostris* ($R_o = 1.22$, $G = 16.4$, $r = 0.012$), *Carcharhinus obscurus* ($R_o = 2.11$, $G = 26.8$, $r = 0.028$) y *C. limbatus* ($R_o = 1.93$, $G = 9.5$, $r = 0.072$) (Cortés, 1998), y *Carcharhinus plumbeus* en el Atlántico Norte Occidental ($R_o = 1.06$, $G = 21.1$, $r = 0.003$) (Sminkey y Musick, 1996), se ha concluido que las poblaciones declinan drásticamente bajo mortalidades de pesca intensas sobre organismos inmaduros y que los organismos maduros que soportan bajas tasas de explotación.

La región del Golfo de Tehuantepec es una zona importante debido a las características oceanográficas que posee, ya que presenta una alta productividad y por lo tanto una mayor disponibilidad de alimento. Es una región de agregación de hembras grávidas; por lo que se considera que solo se está pescando una fracción de estos organismos ya que el mayor porcentaje se encuentra en aguas de Centroamérica. Es importante aclarar que como solo una fracción de la población del Pacífico oriental se está pescando, los resultados para ambas especies, *C. falciformis* y *S. lewini*, se limitan al área del Golfo de Tehuantepec. El tiburón aleta de cartón, *C. falciformis*, por ser una especie sensible a intensos y prolongados regímenes de pesca y si además se considera entre otros factores, la degradación de su hábitat, cambios climáticos, y la pesca intensiva del recurso, se recomienda, bajo un enfoque precautorio, no incrementar el esfuerzo de pesca y reducir, o de preferencia evitar, la mortalidad por pesca en las épocas de alumbramiento y crianza.

Para la especie de tiburón martillo, *S. lewini*, los resultados indican que la tasa neta reproductiva se encuentra alrededor de 0.003 y la tasa de incremento de la población actualmente es negativa de -62% presentando una población en franco decremento lo que se ve reflejado más drásticamente si se consideran los valores del escenario natural $R_o = 19.4$ y una $r = 25\%$ anual

Con el objetivo de revertir los efectos de la explotación sobre la población o de detener su deterioro, se recomiendan tres posibles vías para las especies antes mencionadas:

- Reducción del esfuerzo de pesca
- Incremento de la talla o edad de primera captura
- Una combinación de ambas

Los escenarios planteados en este estudio para la especie *C. falciformis* apuntan que medidas de manejo son las mas recomendables para el recurso. Para ello es necesario aumentar la tasa de crecimiento poblacional del tiburón aleta de cartón y a la vez obtener un excedente para explotación sin dañar el nivel actual de la población. Es necesario tomar medidas dirigidas a valores de R_0 (7.8) y r (16.3% anual) estimados para el escenario natural o considerar por lo menos los valores promedio entre el escenario natural y el estado actual de 5.6 y 12.7% anual, respectivamente. Para permitir un manejo adecuado de esta especie y asegurar que dichos niveles de producción se mantengan en un nivel aceptable se recomienda: Primero reducir el esfuerzo a valores por abajo de F actual (0.149) y segundo modificar el arte de pesca con la finalidad de aumentar la edad de primera captura (E_{pc}), lo que situaría a los escenarios de $E_{pc} > 5$ con un valor de $R_0 > 3$ y un valor de $r > 10\%$ como la medida mas recomendable.

Al igual que en el caso de la primera especie, para el tiburón martillo se recomienda tomar medidas dirigidas hacia los valores obtenidos en el escenario natural o considerar por lo menos los valores promedio entre el escenario natural y el estado actual de 9.69 y 18.9% anual respectivamente. Para evitar que la población siga disminuyendo se recomienda reducir el esfuerzo a valores por abajo de F actual (0.798), además de modificar el arte de pesca con la finalidad de aumentar la edad de primera captura (E_{pc}) lo que situaría a los escenarios de $E_{pc} > 3$ con un valor de $R_0 \geq 1$ y un valor de r positivo. De continuar en el mismo nivel de explotación lo recomendable sería situar a escenarios de $E_{pc}=6$ para permitir un incremento de la población por lo menos a un 8% anual. El implementar una medida sobre la reducción del esfuerzo implicaría un impacto de tipo socio-económico en el sector dedicado a esta actividad pesquera principalmente. En el caso de establecer un incremento de la talla o edad de primera captura implicaría modificación en el arte de pesca hasta ahora utilizados.

Con la finalidad de conocer los vectores de captura y esfuerzo es necesario que se lleven a cabo las siguientes acciones que permitan el ordenamiento de la pesquería:

- 1) Conocer el esfuerzo pesquero aplicado en las pesquerías ribereñas, de mediana altura y oceánica, caracterizando las unidades de pesca y los equipos y artes de pesca que se emplean en la captura de tiburones.
- 2) Mejorar el sistema de registro y acopio de las estadísticas de captura y esfuerzo de estas pesquerías, desglosando éstas por especie, mediante el establecimiento de una clave o guía de identificación dirigida a toda aquella persona dedicada a la pesca de tiburones.
- 3) Mantener el esfuerzo pesquero en su nivel actual, hasta contar con un plan de regulación y manejo de la pesquería, a fin de evitar que se incrementen las capturas y poner en riesgo al recurso. Este principio se conoce como el enfoque precautorio de la FAO (1995) para una pesca responsable.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

A partir de 1996 el INP inició una estrategia de cooperación en materia de investigación pesquera y biológica sobre tiburones con la Dirección General de Estudios Científicos y Tecnológicos del Mar (DECyTM) a través del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar en puerto Madero, Chiapas (No. 24), en donde de manera conjunta se llevó a cabo el proyecto de investigación científica denominado “Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de Tiburón de Puerto Madero, Chiapas” (junio 1996-agosto 2001).

Los tiburones grandes costeros y oceánicos realizan extensos movimientos migratorios que abarcan de E. U. a Guatemala y el Salvador. Esto implica que para poder entender la dinámica poblacional de estas especies es necesario reunir y conocer la información pesquera y biológica en todo su rango de distribución geográfica. Con ese objetivo el INP estableció en 1996 de forma conjunta con el Centro del Suroeste de Ciencias Pesqueras de La Jolla del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los E. U. (SWFC de la NMFS) el grupo de trabajo sobre tiburones dentro del marco de cooperación MEXUS-PACIFICO. Desde julio de 1996, se participa en cruceros de investigación conjunto INP-NMFS con el objetivo de determinar los índices de abundancia de tiburones oceánicos en aguas costeras adyacentes a la frontera de México-E. U.

Recientemente se estableció un convenio de colaboración bilateral con Guatemala el cual ha permitido establecer un programa conjunto, iniciado en octubre de 1996 con la capacitación de investigadores y técnicos guatemaltecos en materia de investigación pesquera de elasmobranquios (tiburones y rayas). Asimismo en junio de 1997 se inició el análisis conjunto de la información pesquera y biológica de los tiburones que se pescan en aguas territoriales de Guatemala. Para 1998 y 1999 esta cooperación se extendió a otros países centroamericanos como El Salvador y Costa Rica, permitiendo tener una visión regional de la pesca de tiburones en Centroamérica.

En septiembre de 1999 se estableció un convenio con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para realizar el proyecto denominado “Elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec, Litoral Chiapaneco”, el cual tuvo una duración de 12 meses con el objetivo de conocer la diversidad de peces elasmobranquios marinos (tiburones y rayas) que habitan las aguas costeras del Golfo de Tehuantepec, Chis.

AGRADECIMIENTOS

Se hace un reconocimiento al Centro de Estudios Tecnológicos de puerto Madero, Chiapas (No. 24) en particular al Quím. Francisco Sancho Vázquez y a los alumnos quienes participaron en el muestreo sistemático del proyecto tiburón del INP. Asimismo, a la Asociación de Pescadores y Permisionarios Libres de Tiburón y Escama de la costa de Chiapas, A. C. por su amable cooperación, atención y sobre todo su apoyo en el trabajo de campo. En especial, al C. César Castillo Acosta, presidente de esta Asociación, quien proporcionó valiosos comentarios de la pesquería de tiburones de la flota chiapaneca. También se agradece la valiosa ayuda del C. Fidel Parada Landa por su colaboración, a los C. Alejandro Valle Centeno, Israel Valle Centeno, Luis Alonso Ibarra Dighero, Donato Rivera Montes, Alfredo Figueroa y de todos aquellos pescadores chiapanecos que contribuyeron en la realización del presente estudio para beneficio de la comunidad pesquera de puerto Madero. Finalmente, al Biol. Azael Ancheita Ávalos, jefe de la Oficina de Pesca de puerto Madero, Chis., así como a su equipo de trabajo por su atenta y valiosa atención y cooperación.

REFERENCIAS

- Acal, S. D., S. R. Soriano V., J. L. Castillo G. & C. Ramírez S. 2001. Estructura de la comunidad de tiburones en la pesquería artesanal del Golfo de Tehuantepec. SAGARPA. Informe de Investigación (documento interno).
- Anderson, E., D. 1990. Estimates of the large shark catches in the western Atlantic and Gulf of Mexico, 1960-1986. En: H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber & T. Taniuchi (eds). Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries . U. S. Dep.Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 90. p. 443-454.
- Anislado, T., V. 1995. Determinación de la edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834), en el Pacífico central mexicano. Tesis de Biología. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Bonfil, S. R.; R. Mena & D. de Anda. (1993). Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, Mexico. Conservation Biology of Elasmobranchs. NOAA Technical Report. NMFS 115.
- Bonfil, S., R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO fisheries technical paper 341.
- Castillo, G. J. L. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan & Gilbert 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae), del sur de Sinaloa. Tesis de Biología. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Castillo G., J. L., A. Cid del Prado, S. R. Soriano, F. Sancho, F. Márquez & C. Ramírez. 1998. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Diciembre 1997). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SEMARNAP. Primer Informe de Investigación (documento interno).
- Castillo G., J. L., A. Cid del Prado V., S. R. Soriano V., C. Ramírez S., A. Solís N. & F. Sancho V. 2000. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Junio 1998). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SAGARPA. Segundo Informe de Investigación (documento interno).

- Castillo G., J. L., S. R. Soriano V., A. Solís N., C. Ramírez S., A. Cid del Prado & F. Sancho V. 2001. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Diciembre 1998). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SAGARPA. Tercer Informe de Investigación (documento interno).
- Castillo G., J. L., S. R. Soriano V., A. Solís N., C. Ramírez S., A. Cid del Prado & F. Sancho V. 2001. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Junio 1999). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SAGARPA. Cuarto Informe de Investigación. (documento interno).
- Castillo G. J. L., A. Cid del Prado V., F. Sancho V., S. R. Soriano V & M. T. Gaspar D. 2000. Elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec. CONABIO. Informe Técnico (documento interno).
- Castillo G. J. L., S. R. Soriano V. C. Ramírez S., A. Cid del Prado & F. Sancho V. 2001. Elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec. CONABIO. Informe Técnico (documento interno).
- Cailliet, G. M. 1992. Demography of the central California population of the leopard shark (*Triakis semifasciata*). Aust. J. Mar. Freshwater Res. 43: 183-193.
- Cailliet, G. M., H. F. Mollet, G. G. Pittinger, D. Beford and L. J. Natanson. 1992. Growth and demography of the Pacific Angel shark (*Squatina californica*) based upon tag returns off California. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43:1313-13330.
- CITES, 1996. Biological and trade status of sharks. Report of the CITES Animals Committee (Pursuant to Resolution Conference 9.17). 42 p.
- Castro, J. I. 1983. The sharks of north American waters. Texas A & M University press. Texas, E.U.180 p.
- Castro, J. I, Ch. M. Woodley & R. L. Brudek. 1999. A preliminary evaluation of the status of shark species.FAO Fisheries Technical Paper. No. 380. Rome, FAO. 72 p.
- Compagno, L., J. V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2, Carcharhiniformes. FAO Fish Synop. 125 (4): 251-655.
- Cortés, E. 1995. Demographic analysis of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the Gulf of Mexico. Fishery Bulletin. 93:57-66.
- Cortés, E. and G. R. Parsons. 1996. Comparative demography of the populations of the bonnet-head shark (*Sphyrna tiburo*). Can. J. Fish. Aquat. Sci.,53:709-718.
- FAO. 1996. Anuario Estadístico de Pesca. Vol. 82. Capturas.
- Hernández, C., A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis Profesional. ENCB, IPN, México. 123 p.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. Ecology. 61: 225-236.
- Hoenig, J., M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish. Bull. 82: 898-903.
- Hoenig, J., M. & S. H. Gruber. 1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. En: Pratt, H.L., S.H. Gruber & T. Taniuchi (eds). Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Tech. Rep. NMFS 90:1-16.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish Tech. Pap. 256: 1-118.
- Krebs, C., J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York.

- Macías, S., G. 1995. Análisis de la información estadística del recurso tiburón a nivel nacional e internacional (período 1978-1987). Tesis de Lic. en Admon de Rec. Mar. Fac. Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, México.
- Márquez, F. J., F. & J. L. Castillo-Géniz. 1998. Fishery biology and demography of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the southern Gulf of Mexico. *Fish. Res* 39:183-198.
- Márquez, F. J., F.; J. L. Castillo-Géniz & Ma. C. Rodríguez de la Cruz. 1998. Demografía del cazón pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), en el sureste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 24(1):13-34.
- Ortiz, S., C. 1993. Historia de la pesca de tiburones en puerto Madero, Chiapas. Centro de Invest. y Est. Sup. en Antropología Social, Secretaría de Educación Pública. México 41 pag.
- Pratt, H., L. & J. G. Casey. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. En: H. L.
- Pratt, Jr., S. H. Gruber & T. Taniuchi (eds) . Elasmobranch as living resource: advances in the biology, ecology, systematics and the status of fisheries . U.S. Dept. Commerce, NOAA technical Report NMFS 90.p.97-108.
- Rodríguez de la Cruz, Ma. C., J. L. Castillo G. & J. F. Márquez F. 1996. Evaluación de la Pesquería de Tiburón del Golfo de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Informe del Proyecto de Investigación 116002-5-13134N-9206. 199 pp.
- Ruiz, A. C. L. y N. Mijangos L. 1999. Estudio sobre la pesquería del tiburón en Guatemala. FAO. Fish. Tech. Paper, 378/1.
- SAGARPA. 2000-2002. Anuarios Estadísticos de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. (Compac Disk)
- SEMARNAP. 1993-1999. Anuarios Estadísticos de Pesca. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México.
- SEPESCA. 1982-1992. Anuarios Estadísticos. Secretaría de Pesca, México.
- Sierra, R. P. 1995. Análisis preliminar de la pesquería del tiburón en puerto Madero, Chiapas, 1994. CRIP Saelina Cruz. Informe Final del Proyecto. Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sminkey, T. R. and J. A. Musick. 1995. Demographic analysis of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus*, in the western North Atlantic. *Fish. Bull*, 94:341-347.
- Soriano, V. S. R., J. L. Castillo G., C. Ramírez S. & F. Sancho V. 2001. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Diciembre 1999). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SAGARPA. Quinto Informe de Investigación (documento interno).
- Soriano, V. S. R., J. L. Castillo G., C. Ramírez S. & F. Sancho V. 2002. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en puerto Madero, Chiapas (Junio 1996 a Junio 2000). Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros. INP. SAGARPA. Sexto Informe de Investigación (documento interno).
- Soriano, V. S. R., D. Acal S. & J. L. Castillo G. 2003. Aspectos reproductivos del tiburón coyotito (*Nasolamia velox*) en las capturas desembarcadas en puerto Madero, Chiapas (1996-2001). Dirección General de Investigación en Desarrollo Tecnológico. INP. SAGARPA. Informe de Investigación (documento interno).
- Soriano, V. S. R., D. Acal S., J. L. Castillo G. & C. Ramirez S. 2003. Aspectos reproductivos de *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus*, *Nasolamia velox*, y *Sphyrna lewini* que habitan en la aguas del Golfo de Tehuantepec. Dirección General de Investigación en Desarrollo Tecnológico. INP. SAGARPA. Informe de Investigación (documento interno).

- Soriano, V. S. R., N. Vázquez G. & D. Acal S. 2003. Análisis de la captura de la pesquería de tiburón en puerto Madero, Chiapas durante la temporada 2001. Dirección General de Investigación en Desarrollo Tecnológico. INP. SAGARPA. Informe de Investigación (documento interno).
- Sparre, P. & S. C. Venema. 1997. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306.1, Rev. 1. Rome, 376 p.
- Virgen, A., J., E. González, H. C. Severino & S. E. Cruz. 1981. Pesca exploratoria y experimental de tiburón en los litorales de Oaxaca y Chiapas. Ser. Tecnol. Inst. Nal. Pesca 21: 1-
- Zugarramurdi, A., M. A. Parín & H. M. Lupin. 1998. Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera. FAO Doc. Téc. Pesca, 351. 247 p.

APENDICE 1

Análisis de Población Virtual

En primer instancia el vector de tallas es convertido a edades relativas a través de la ecuación de von Bertalanffy y obteniéndose el tiempo requerido para crecer desde un intervalo de talla al siguiente (Δt). Sobre esta fracción de tiempo se estima la supervivencia al final de cada periodo del intervalo de talla e inicio del siguiente a través de M y es citado como factor de mortalidad natural (Jones 1984).

$$\text{Factor de } M = \exp ((M*\Delta t)/2) \quad (1)$$

El tamaño de la población sobreviviente por intervalo de talla N_{Li} es entonces estimado de forma secuencial desde el grupo de edad o talla más viejo hasta el más joven como:

$$N_{L_{mayor}} = C_{L_{mayor}} / (F/Z) \quad (2)$$

para el grupo de talla mayor, y

$$N_{Li} = [N_{Li+1} * \exp ((M*\Delta t)/2) + C_{Li}] * \exp ((M*\Delta t)/2) \quad (3)$$

para los demás grupos, donde Li es el grupo de talla.

El como está impactando la mortalidad por pesca (F) sobre cada grupo de talla se obtiene a través del estimado preliminar de la tasa de explotación de cada grupo como:

$$F_{Li} = (M * (F/Z)_{Li}) / (1 - (F/Z)_{Li}) \quad (4)$$

donde:

$$(F/Z)_{Li} = C_{Li} / (N_{Li} - N_{Li+1}) \quad (5)$$

Análisis demográfico

Tabla de vida

La tasa instantánea de mortalidad natural (M), fue calculada utilizando la ecuación de regresión propuesta por Hoenig (1983) para especies de tiburones grandes.

$$Z = \exp(0.941 - 0.873 \ln(E_{max})) \quad (6)$$

la cual permite calcular la mortalidad total Z como una función de la longevidad E_{max} en años, suponiendo que si la población se encuentra en equilibrio o ligeramente explotada, entonces Z puede ser aproximadamente igual a M .

La estimación de mortalidad total (Z) se estimó con el método de Beverton y Holt, 1956 (Krebs, 1995).

$$Z = K(L_{\infty} - \bar{L}) / \bar{L} - L' \quad (7)$$

donde:

L = long. Promedio de los organismos mayores a L'

L' = long. 1ª captura

Los valores de Z que se utilizaron fueron los estimados por el método de Beverton y Holt con datos agrupados en intervalos de 2 cm.

La mortalidad por pesca (F) se obtiene de la diferencia de la mortalidad total (Z) y la mortalidad natural (M):

$$Z = F + M \quad (8)$$

Los parámetros demográficos fueron calculados de acuerdo a la metodología convencional (Krebs, 1995) y la recomendada por Cailliet (1992) y Cortés (1995) para tiburones. Los parámetros de salida del análisis demográfico incluyen la tasa neta reproductiva R_o , la cual está dada por:

$$R_o = \sum_{i=0}^{E_{max}} l_i m_i \quad (9)$$

donde l_i y m_i son la sobrevivencia anual neta y la fecundidad a la edad i respectivamente.

El tiempo generacional G , fue calculado con la siguiente función:

$$G = \frac{\sum_{i=0}^{E_{max}} l_i m_i}{R_o} \quad (10)$$

La tasa intrínseca de incremento poblacional anual r se calculó mediante la fórmula:

$$r = (\ln(R_o) / G) \quad (11)$$

El parámetro r , fue recalculado con el método de Newton a través de la ecuación de Euler-Lotka (Krebs, 1995):

$$\sum_{i=0}^{E_{max}} l_i m_i \exp^{-ri} = 1 \quad (12)$$

El valor teórico (años) del tiempo de duplicidad poblacional, t_{x2} , fue calculado como:

$$t_{x2} = \ln(2) / r \quad (13).$$

Modelo dinámico

Para predecir la tendencia de la tasa neta reproductiva R_0 , se utilizan los mismos valores de los parámetros de la tabla de vida, los cuales son proyectados en el tiempo utilizando un modelo dinámico.

El crecimiento es representado con la ecuación de von Bertalanffy:

$$L_i = L_{\infty} [1 - \exp^{-k(i-t_o)}] \quad (14)$$

¿Qué es L_{∞} , k , t_o e “ i ”? Por formalidad y seguimiento de las ecuaciones hay que mencionarlo.

El peso del tiburón está relacionado con la longitud a través del siguiente modelo:

$$w = aL^b \quad (15)$$

¿Qué son a y b ? La sobrevivencia de los tiburones reclutados a la edad i en el año t se supone que está dada por

$$\exp^{-M-F_{it}} \quad (16)$$

desde que $i \geq E_{pc}$, F permanece constante para todas las edades reclutadas.

La sobrevivencia de los pre-reclutas en el año t está dada por:

$$\exp^{-M} \quad (17)$$

esto supone que no hay mortalidad por pesca por debajo de la Epc mientras que el número de tiburones reclutados de edad i en la población al inicio del año t y sobreviviendo al inicio del año $t + 1$ está dado por:

$$N_{i+1, t+1} = N_{it} \exp^{-M-F_{it}} \quad (18)$$

El número de tiburones pre-reclutas de edad i en la población al inicio del año t y sobreviviendo al inicio del año $t + 1$ está dado por:

$$N_{i+1, t+1} = N_{it} \exp^{-M} \quad (19)$$

Se consideró que las hembras de la población que se reproducen al año t_i ($i > Emad$) es igual a 1.0, lo cuál significa que todas las hembras se reproducen en la misma proporción, después de alcanzar la edad de madurez, $Emad$. Y que las hembras por debajo de la Epm no se reproducen.

La fecundidad se estimó como el número promedio de nacimientos por año por hembra de edad i suponiendo que es igual al número de embriones contenidos por cada hembra preñada.

$$m_i = a + b L_i \quad (20)$$

usar una notación diferente para a y b . tiene que ser diferente al a y b de la relación peso-longitud donde a y b son parámetros de la regresión entre la longitud total de la madre L_i , y el número de embriones m_{it} . El número total de neonatos, n_{it} , producidos por hembra de edad i , al inicio del año t , está dado por:

$$n_{it} = N_{it} m_{it} t_i \quad (21)$$

donde

N_{it} = número de hembras de tiburón a la edad i , al año t .

La proporción sexual de los embriones fue de 1:1 para ambas especies (*C. falciformis* y *S. lewini*) y el valor inicial en la población depende del número de sobrevivientes del año anterior, por lo que, el número total de hembras que nacerán en el año $i + 1$, $N_{o,i+1}$, está dado por:

$$N_{o,i} + 1 = \sum_{i=0}^{E_{max}} n_{it} = Ro \text{ (tasa neta reproductiva)} \quad (22)$$



.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Chapala
 La pesquería de Chapala
 La pesquería de Chapala

El Lago
 de Chapala

Chapala
 Chapala
 Chapala
 Chapala

Chapala



El Lago de Chapala.

Daniel Hernández Montaña

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz
 Prolongación Playa Abierta s/n, Colonia Miramar, C.P. 70600
 Salina Cruz, Oaxaca

LA PESQUERÍA

Importancia

El lago de Chapala es uno de los principales cuerpos de agua en el territorio nacional. La cuenca en donde se asienta presenta múltiples usos, lo cual permite desarrollar un amplio espectro de actividades económicas con una derrama económica importante a escala nacional. La agricultura y la pesca se manifestaron como las primeras actividades que propiciaron los asentamientos humanos en ésta región. En particular, la actividad pesquera se ha desarrollado de manera acelerada, y actualmente los recursos pesqueros se encuentran en niveles de sobreexplotación, e incluso algunos presentan síntomas de colapso o extinción dentro del embalse. La producción anual del lago en el año 2000 representó el 23% de la producción estatal, respecto a la captura de organismos de agua dulce (Semarnap 1999).

El lago presenta una dirección este-oeste, se localiza en los límites de los estados de Jalisco y Michoacán entre los 20°07' y los 20°21' Latitud Norte y entre los 102°41' y los 103°25' Longitud Oeste (figura 1). En la parte oriental recibe aguas de los ríos Lerma y Duero, en la parte sur de los ríos Jiquilpan, Sahuayo y de la Pasión y al norte del río Zula, también tiene en la parte noreste el río Santiago como su principal afluente. Presenta una superficie de 1,100 km², es decir 110,000 ha, con una longitud máxima de 77.8 km y un ancho máximo de 22.5 km, tiene una profundidad media de 4.5 m con una máxima de 7 m, se encuentra a una altitud de 1,524 m.s.n.m., con un volumen de 2.468x10⁹ Mm³ (Direcc. Gen. Geo. Terr. Nac., 1981; Matsui, 1937).

El lago aloja a una gran diversidad de especies acuáticas, los primeros estudios que se realizaron en el Lago de Chapala se enfocaron a



Figura 1. Lago de Chapala y sus principales tributarios.

realizar colectas de peces con fines taxonómicos, las listas de la fauna íctica registran entre 42 y 37 especies agrupadas en 10 familias (Cuesta Terrón 1925, De Buen 1946, Álvarez del Villar 1970, Chávez 1973). Morelos y Guzmán (1995) reportan una lista taxonómica en donde agrupa 37 especies en 9 familias que habitan el lago, de las cuales 16 son de importancia comercial.

La alta diversidad de especies ha obligado a los usuarios en el curso del tiempo a crear, adoptar, implementar e innovar diversos artes y métodos de pesca. Esta variación define a la pesquería del lago de Chapala como multiespecífica, con interferencias tecnológicas y biológicas que hace mas complejo el trabajo de evaluación pesquera y de estimación de parámetros biológicos para cada especie, con el objeto de establecer un manejo de la pesquería en su conjunto.

Biología

Familia Ictaluridae

En el lago se encuentran dos especies nativas y una introducida, las dos especies de bagre de Chapala son endémicas de México, *I. ochoterenai* es exclusiva del lago de Chapala, mientras que *I. dugesi* se ha reportado en una zona más extensa de Jalisco. Son peces de talla media a grande, sus hábitos alimenticios son similares en las tres especies, son peces omnívoros bentófagos de hábitos nocturnos.

El bagre de duges *Ictalurus dugesi* alcanza una longitud total observada 1.25 m., es la especie más abundante, aunque en épocas actuales ha disminuido en las capturas. El bagre de ochoterna *Ictalurus ochoterenai* presenta una longitud máxima observada 0.55 m., se comercializa muy poco dada su pobre abundancia, y su captura se mezcla con la de *I. dugesi*. El bagre de canal *Ictalurus punctatus* representa un gran potencial comercial dentro de la pesca del bagre, pero es muy baja su abundancia y proporción en las capturas comerciales.

Las tres especies de bagre presentan un comportamiento similar, son organismos preferentemente de fondo. Se le encuentra en todo el lago y a lo largo del año, de preferencia en las zonas donde el litoral es rocoso o con formaciones de tepetate, en la parte noroeste y sur del lago. Durante la época de reproducción realiza migraciones hacia las zonas rocosas, donde busca cuevas para hacer sus nidos.

Familia Atherinopsidae.

Presentan un cuerpo translucido y como característica típica de la familia presentan una banda lateral plateada brillante que se origina en las aletas pectorales y llega hasta la base de la caudal. Se encuentran 5 especies, el charal *Chirostoma arge* presenta una longitud de 6.5 cm, *Chirostoma labarcae* alcanza los 8.5 cm, *Chirostoma jordani* registra una longitud de 9.1 cm, *Chirostoma chapalae* tiene una longitud de 8.7 cm, y *Chirostoma consocium* alcanza una longitud de 12.5 cm, esta especie es la más abundante en el lago de Chapala, ocupa con frecuencia el primer o segundo lugar en la captura comercial del lago.

Son peces preferentemente de media agua. Se distribuyen en todo el lago, durante todo el año. Actualmente su distribución en el lago está relacionada principalmente con la profundidad y turbidez, lo que hacen que se localicen hacia la parte norte, que es la que presenta menos efecto en la disminución en el nivel del lago, provocando una sobre posición parcial del hábitat (Moncayo-Estrada *et. al.* 2003).

En la época de reproducción migran hacia las zonas de desove, donde encuentran los substratos necesarios para realizarlo, como piedras y raíces de plantas. Estas migraciones son muy notorias en las islas (Mezcala y Alacranes) y las zonas de playas rocosas. Este comportamiento ha motivado la formación y operación de los “ranchos charaleros” (Ortiz 1989).

Los pescados blancos son semejantes a los charales pero de mayor tamaño, se tienen registradas 3 especies, el pescado blanco “ojón” *Chirostoma lucius* alcanza una longitud máxima observada de 30 cm, el pescado blanco “dienton o cuchillo” *Chirostoma sphyraena* tiene un cuerpo alargado y delgado, alcanza una longitud máxima de 20.3 cm y el pescado blanco “pico negro” *Chirostoma promelas* que se caracteriza por presentar en el hocico una pigmentación negra, esta especie alcanza una longitud máxima de 16 cm.

Las tres especies de pescado blanco reportadas en el lago son exclusivas, aun cuando *C. lucius* tiene un reporte para Pátzcuaro (Toledo 1988). Las especies de pescado blanco al igual que las de charal son endémicas del centro de México. Son un grupo de media agua, se captura con redes agalleras y su comportamiento es muy parecido al del charal. Presentan migraciones reproductivas y alimenticias, forman cardúmenes, que siguen al de los charales.

Familia Cichlidae

La tilapia *Oreochromis aureus* presenta un cuerpo alto y comprimido lateralmente, se ha registrado una longitud máxima observada de 37 cm. Es una especie que se encuentra en toda de la columna de agua, su dieta indica hábitos de media agua y de fondo, prefiere las zonas someras durante la época de verano cuando desova. La reproducción se lleva a cabo en fondos suaves arenosos y limpios de vegetación, donde construye sus nidos en un intervalo de profundidad de 0.30 a 1.0 m, llegando en ocasiones hasta los 4.0 m (Guzmán y Galaviz 1988). La proporción de sexos es de 1:1.9.

Ocupa los primeros lugares en la captura comercial, compitiendo con el charal. Se le encuentra a lo largo de la columna de agua; se le captura en toda la altura de las redes agalleras. Desova en los fondos arenosos de playa (Guzmán y Galaviz 1988). En invierno disminuye considerablemente su captura.

Familia Ciprinidae

El grupo de carpas, al igual que la tilapia, fueron introducidas para incrementar las capturas y ofrecer mayor diversidad de especies, se registran 4 especies de las cuales la más abundante es la carpa común *Cyprinus carpio communis* que alcanza una longitud máxima de 1.2 m, esta especie es ampliamente aceptada en la región, representa el tercer lugar en orden de importancia dentro de las capturas comerciales; es la especie dominante en la captura de

carpa junto con la carpa Israel *Cyprinus carpio specularis*, actualmente la carpa barrigona *Cyprinus carpio rubrofasciatus* no se registra en las capturas por su baja abundancia. La carpa dorada *Carassius auratus* alcanza una longitud máxima de 25.4cm, y es una especie que por su poca abundancia e importancia comercial en el lago se aprovecha especialmente para el consumo del huevo en zonas como Chapala y Ocotlán. En ocasiones se consume seca o frita.

Las carpas se encuentran distribuidas ampliamente en el lago de Chapala, son de hábitos demersales, y siempre cerca del fondo. Solo en ocasiones se le encuentra a media agua; prefiere los ambientes someros, de aguas tranquilas y fondo limoso.

La carpa común, es un pez omnívoro, bentóforo removedor de fondos, en donde encuentra organismos de los que se alimenta, su dieta está compuesta por restos animales y vegetales, huevos de peces, diatomeas, gasterópodos, larvas de insectos, cladóceros, copépodos y algas clorofíceas.

La carpa común *Cyprinus carpio* es la especie dominante en las capturas, por lo que se considera que las otras especies de carpa tienen un comportamiento similar. Cuando se encuentran en época de reproducción requieren zonas donde hay raíces de vegetales o malezas acuáticas para depositar sus huevecillos (Aguilera *et al.* 1987).

Captura y esfuerzo

La actividad pesquera en el lago de Chapala ha sido una de las más importantes para el sector en el estado de Jalisco, la producción ha representado en algunos años hasta el 50% de las capturas de agua dulce en esa entidad.

El esfuerzo ejercido en número de pescadores por tipo de organización se resume en la tabla 1 (CONAPESCA, 2004).

Tabla 1. **Número de Organizaciones Pesqueras en el lago de Chapala.**

Organizaciones	No. de organizaciones		No. de socios		No. de equipos (aprox.)
	Jalisco	Michoacán	Jalisco	Michoacán	
Unión de pescadores	62	11	1,165	486	-
Cooperativas	5	-	134	-	-
Grupos solidarios	-	1	-	43	-
SSS	-	2	-	49	-
Total	67	14	1,299	578	35,000

Operaciones y equipos

La actividad pesquera se practica en todo el lago y durante todo el año; es decir, que el esfuerzo pesquero se distribuye ampliamente en todo el lago. Debido a que el recurso se

comparte por dos entidades, convencionalmente los pescadores de cada estado captura en la porción que les corresponde; aunque en algunas temporadas como en el 2000 al 2002, el área inundada de la parte de Michoacán se perdió completamente, por lo que los pescadores operaron en algunas zonas de Jalisco. En el año de 2003 la precipitación pluvial aumento a tal grado que el lago se recupero hasta un 80% de su capacidad de almacenamiento.

La pesca en Chapala es totalmente artesanal, los pescadores utilizan embarcaciones de fibra de vidrio con motor fuera de borda, la capacidad de las lanchas y el motor es muy variable, se encuentran desde embarcaciones de madera de 5 a 8 metros de eslora impulsadas por remo, hasta embarcaciones de fibra de vidrio de 7 a 10 m de eslora con motores de 25 a 45 hp.

Debido a la alta diversidad de especies comerciales, se han adoptado una gran variedad de artes y métodos de pesca. En la actualidad se operan los siguientes artes:

Redes agalleras

La red agallera o tumbo se caracteriza por ser un arte selectivo, en el lago se encuentran redes que miden entre 60 a 150 m de largo por 1.5 a 2 m de alto, para maniobrar, se tienden en el agua y se fijan de forma que ésta se extendida lo suficiente para que logren atravesar los organismos y se enmallen los peces en ella, la luz de malla varía dependiendo de las especies objetivo, y se utilizan aberturas de malla desde 2" hasta 7", pero el 63% son de 3.5" a 7". Este arte de pesca se encuentra distribuido en casi todo el lago.

Línea de anzuelos

Las líneas de anzuelos o rosarios tienen una longitud y número de anzuelos variable, llegan a medir hasta 500 m de largo y contener de 200 a 1,000 anzuelos. Las líneas son colocadas en forma individual con una pequeña cuerda guía hacia la línea madre; son cebadas con sangre de res cocida, tortilla o masa, de acuerdo a la especie objetivo. La selectividad depende del tamaño de anzuelo que se utilice. El uso del anzuelo esta siendo desalentado y sustituido gradualmente por redes agalleras, se utiliza principalmente en las zonas más profundas del lago.

Nasas para charal

Las nasas son trampas de materiales variables, son más frecuentes las que se utilizan para capturar charales aunque también existen para la captura de carpas y bagres. Las nasas charaleras se colocan en hilera colgándolas verticalmente en un soporte, estas nasas tienen de 3 a 7 entradas para permitir el acceso de los charales, en algunos lados se construye de varilla y malla galvanizada de 1cm de ancho, en otros lugares se utilizan materiales más frágiles y tela de mosquitero.

Este tipo de arte de pesca es selectivo, y permite un manejo adecuado de las tallas causando bajas proporciones de mortalidad. Los charales que entran a la nasa son capturados por los pescadores y las nasas son lavadas para utilizarlas nuevamente, lo cual implica la destrucción de huevos.

Las nasas operan principalmente en los ranchos charaleros. Éstos últimos son terrenos ganados al lago delimitados por líneas de piedra perpendiculares a la costa, miden linealmente de 25 a 30 m con 2.5 m de ancho, los cuales son territorios privados bajo concesión por la Comisión Nacional del Agua.

Es en las líneas de piedra (morros), donde el charal deposita los huevos; en el espacio entre morro y morro se realiza la captura con atarraya, tradicionalmente el pescador vela por el huevo depositado, iluminando la zona y espantando los depredadores visibles, como aves y reptiles.

En la actualidad este método se ha mejorando para tener mejor eficiencia en la captura por lo que, con el pasar del tiempo, se han dado lineamientos por parte del Instituto Nacional de la Pesca para que el cuidado de los huevecillos sea observable. Los pescadores han instalado jaulas flotantes para reposar las nasas llenas de huevo y dejar eclosionar el material reproductivo en un intervalo de 5 a 8 días.

En las nuevas generaciones de éstos sistemas de captura se han modificado de tal manera que se está registrando la presencia de pescado blanco en estas estructuras. Los pescadores de Michoacán, nombran a estas últimas “cunas charaleras”, las cuales se montan con un rectángulo superior o armazón de alambón o varilla corrugada de ½ pulgada de diámetro que sirve de soporte para la bolsa de captura que da forma a la cuna, la flotación es a base de botellas de plástico que son colocadas alrededor del armazón, el número de cunas por pescador es como máximo 20, éstas se unen entre sí por medio de cables formando una especie de tren de cunas y son fijadas por medio de piedras (ancla) al fondo. El método de captura es a través de la colocación de trenzas o paño de red inservible, cuya función principal es proveer de una superficie de desove para el charal. La cuna esta descubierta por la parte superior. Esta trenza, una vez fijado el huevecillo fecundado, es llevada a una jaula para su protección en un período de 3 a 5 días. El tiempo de trabajo de la cuna es de 24 horas, casi durante todo el año, pero hay mayor protección del huevo en los meses de marzo a mayo.

Red manguedora

Es un arte de pesca que se utiliza en profundidades medias de 4 a 7 m; fondeándose como si fuese una red agallera, quedando hasta cierto punto en tensión. Para la cosecha diaria, la red se coloca en un extremo de la embarcación y se inicia la maniobra de revisión pasando la red por encima del bote para reunir los peces en la parte central de la red. La red manguedora se utiliza principalmente en la zona noreste del lago, aunque también se utiliza en algunas partes de la zona sur, estas redes miden entre 90 a 140 m de longitud por 5 a 6 m de caída, la abertura de malla cambia con respecto a la red, en los extremos es de 1.5 cm y en el centro es de 0.5 cm.

Atarrayas

Es una red circular manual e individual, proyectable a mano, que captura los peces embolsándolos gracias a una serie de plomos que tiene en su circunferencia y a un cabo en el centro que conserva el pescador en su mano. Al abrir su diámetro es el doble de su altura. Este arte de pesca es construido a mano con material de nylon monofilamento de color

blanco cuyo hilo varía de calibre del número 3 y/o 9. La luz de malla varía según la especie objetivo ya sea charal, tilapia o mojarra; de modo que la luz de malla varía de 1 a 8 cm. Este arte opera principalmente en donde se localizan los ranchos charaleros.

Avío charalero

Es una red de arrastre que mide entre 200 y 350 m de longitud, con una altura de 2 a 3 m y una abertura de malla de 0.5 cm. Se opera entre 4 y 6 personas, el arte se utiliza para la captura de charal en la zona noroeste, en los poblados de Ajijic y Jamay.

La captura estimada por cada tipo de arte se muestra en la figura 2 donde se observa que las redes agalleras capturan el 34% de la producción, las nasas tienen el segundo lugar en captura con un 30% de la producción y por último las cimbras que captura el 25%.

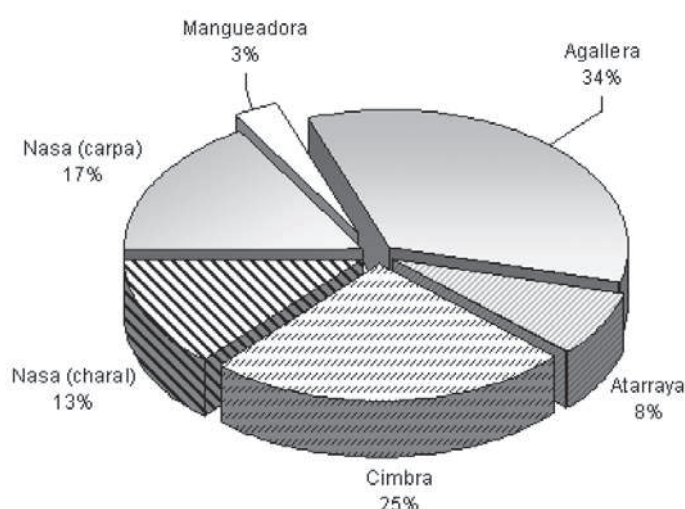


Figura 2. Porcentaje de la captura total por arte de pesca para el Lago de Chapala.

Tendencias históricas

Los registros de captura datan desde 1938, año en el que se obtuvieron aproximadamente 690 t. Para 1981 se registró la mayor producción que fue de 17,702.5 t la cual ha disminuido gradualmente, capturando 6,800 t en 1995, mientras que en el 2003 se registró una captura aproximada de 3,800 t (figura 3).

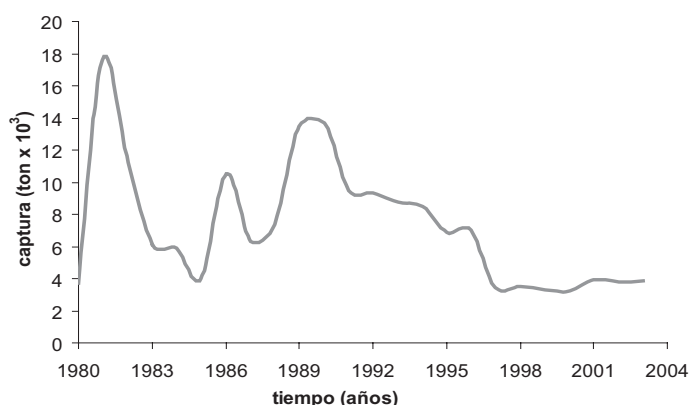


Figura 3. Capturas anuales del lago de Chapala.

El registro oficial de 1998 indica que el 55% de la captura estuvo compuesta por carpa, el 33% por tilapia y el 11.8% por charal (figura 4).

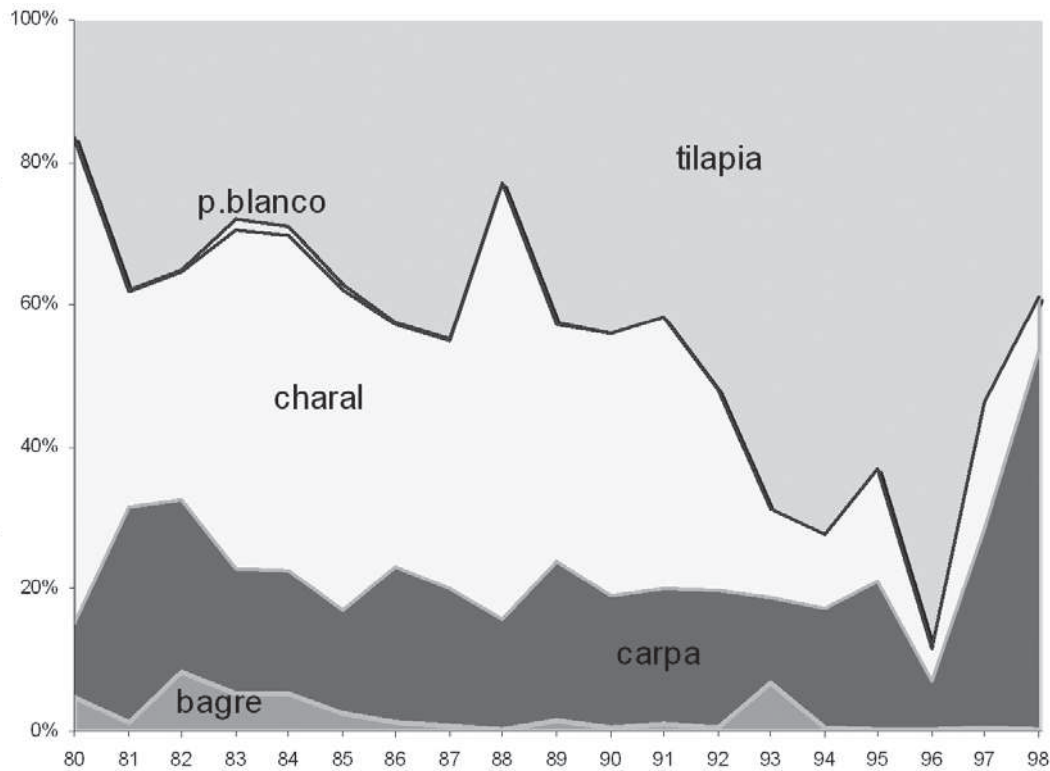


Figura 4. Capturas anuales (%) por especie del lago de Chapala.

El análisis de la captura por unidad de esfuerzo para todas las especies mezcladas indica que existen síntomas de sobreexplotación debido principalmente al excesivo esfuerzo aplicado (figura 5).

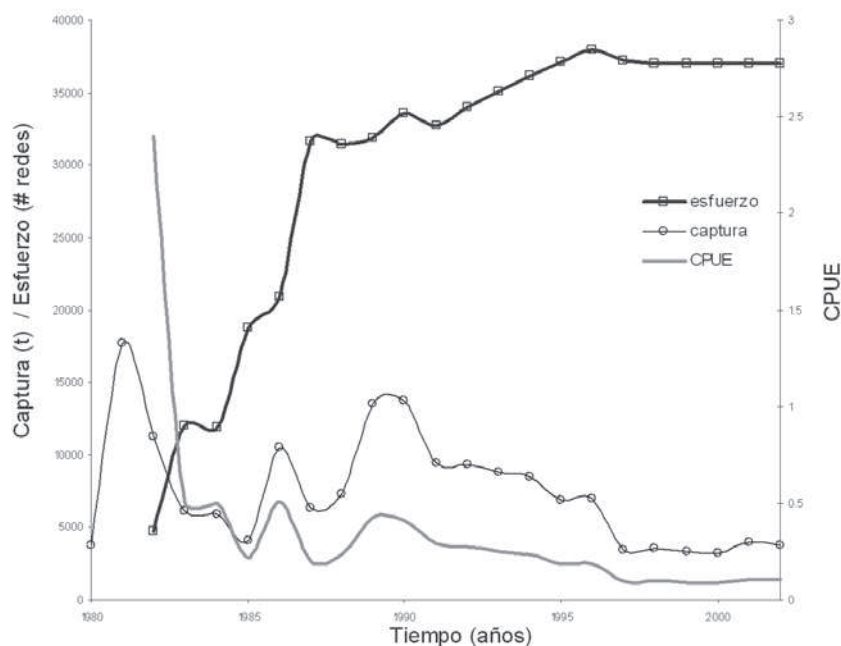


Figura 5. Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesquería del lago de Chapala.

La explotación pesquera se basa en 16 especies: 10 especies nativas y 6 introducidas (SEPESCA,1990).

Tabla 2. **Especies de la captura comercial**

Especies		Origen
Nombre común	Nombre científico	
Pescado blanco	<i>Chirostoma promelas</i> <i>C. sphyraena</i> <i>C. lucius</i>	Nativa
Charal	<i>C. consocium</i> <i>C. jordani</i> <i>C. arge</i> <i>C. chapalae</i> <i>C. labarcae</i>	Nativa
Bagre de duges	<i>Ictalurus dugesi</i>	Nativa
Bagre de ochoterna	<i>I. ochoternai</i>	Nativa
Bagre de canal	<i>I. punctatus</i>	Introducida
Carpa común	<i>Cyprinus carpio communis</i>	Introducida
Carpa barrigona	<i>C. carpio rubrofusca</i>	Introducida
Carpa dorada	<i>Carassius auratus</i>	Introducida
Carpa espejo	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Introducida
Tilapia áurea	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida

La composición de las capturas en el tiempo ha variado, regularmente domina la tilapia y el charal, debido a su abundancia en el embalse (figura 4). La carpa representa el 30% de la captura, y solo en algunos años llega a predominar en las capturas.

La captura de pescado blanco disminuyó a tal grado que la producción dejó de registrarse. Este efecto fue provocado principalmente por el intenso esfuerzo aplicado, ya que cada pescador opera de 30 a 40 redes/viaje de pesca durante todo el año sin ninguna restricción. Así mismo se ha considerado como causa importante el alto grado de contaminación (Guzmán, 1995).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Las comunidades pesqueras cuentan con una pequeña red de infraestructura en donde se registran nueve obras, entre centros comunitarios pesqueros, plantas procesadoras de charal, fabrica de hielo, y neveras modulares de cinco toneladas de capacidad. Son obras pequeñas para la recepción de productos pesqueros dentro de las comunidades. Estas obras se construyeron durante el periodo de 1981 a 1991, para el fomento del procesamiento, conservación y presentación de los productos pesqueros. Se estima que el

50% de estas obras están desaprovechadas o destruidas, en gran medida por el desinterés de los usuarios.

En el lago de Chapala se cuenta con un puerto, situado en el municipio de Chapala, el cual presta servicio a lanchas turísticas. Las demás comunidades ribereñas fueron dotadas de muelles flotantes para facilitar el acceso de las lanchas.

Indicadores económicos

Se ha estimado que el 40% de la producción es consumida en la ribera del lago, constituida principalmente por tilapia, carpa y bagre; el 60% restante se comercializa en los mercados de la ciudad de Guadalajara y los municipios aledaños.

El caso del charal solo un 10% se consume fresco alrededor de la ribera, y el 90% se procesa como seco, seco-salado y frito empanizado. Estos productos son enviados a los estados de Nuevo León y Tijuana y a la Ciudad de México.

El precio varía de acuerdo a la especie y a su presentación (Tabla 3), así como a la temporada debido a la oferta y demanda del producto.

Tabla 3. **Precio del producto pesquero y sus presentaciones en el mercado**

Especie	Presentación	Valor del producto (pesos)	Mercado
<i>Tilapia</i>	Entero-fresco	8-10	En la ribera y regional
<i>Tilapia</i>	Filete	20-25	Regional
<i>Bagre</i>	Entero-fresco	30-34	En la ribera y regional
<i>Charal</i>	Seco	25-30	Nacional
<i>Charal</i>	Frito	45-60	Nacional
<i>Charal</i>	Entero-fresco	2-5	En la ribera
<i>Carpa</i>	Entero-fresco	8-10	En la ribera y regional
<i>Carpa</i>	Filete	20-25	Regional

El esfuerzo ejercido en número de pescadores y el total de artes utilizadas ha ido en constante crecimiento, en 1982 se registraron 4,600 redes operando en el lago, mientras que en 1998 se estimaron aproximadamente 37,000 artes de pesca. Este factor ha provocado que la tasa de captura vaya en disminución, pues ya se rebaso el rendimiento óptimo (14,250 t/año) que se puede obtener de este lago (Orbe et al. 2001).

En el lago se encuentran operando actualmente 2,041 pescadores aproximadamente entre las dos entidades, el 100% está organizado en diferentes figuras asociativas. El 88% cuenta con permisos de pesca comercial para la captura de escama de agua dulce (DOF 15/03/04).

Se han realizado diversas estimaciones por parte de las autoridades estatales sobre el

número de pescadores furtivos no organizados, conocidos como pescadores libres. Los cuales además de no cumplir con los requisitos para entrar a pescar de manera legal, introducen artes de pesca no autorizados, desalentando el trabajo de los productores y provocando malestar en las organizaciones pesqueras. De acuerdo a la temporada de pesca entran al lago entre 300 y 600 pescadores libres.

MANEJO

Medidas administrativas

Se cuenta con tres vedas oficiales para las especies nativas de mayor importancia del lago, el charal, pez blanco y bagre.

Para el pescado blanco existe un período de veda que comienza el 1 de febrero, para finalizar el 31 de marzo. Para el charal la veda comienza el 1 de marzo y termina el 30 de abril y para el bagre existe una veda del 1 de mayo al 30 de agosto (D.O.F. 1994).

Para mantener un aprovechamiento adecuado de la pesquería multiespecífica del lago de Chapala se publicó la Norma Oficial NOM-032-PESC-2003 (DOF junio de 2004) la cual cuenta con las siguientes medidas:

Tallas mínimas de captura

Se establecieron en función de la talla de primera madurez.

Especie	Talla mínima (mm) LT
Charal	75
Bagre	300
Tilapia	200
Carpa	250
Pescado blanco	200

Artes de pesca autorizadas.

El arte de pesca se elige de acuerdo a la selección de la especie objetivo.

Arte de pesca	Características específicas			Recurso
	Material	Luz de malla (mm)	Longitud (m)	
Redes de enmalle o tumbos.	Poliamida, mono o multifilamento Ø 03 máx.	82.5 (3¼ pulgadas)	40	Tilapia y carpa
Red mangueadora para carpa y tilapia.	Nylon mono- ó multifilamento	76.2 (3 pulgadas)	250	Tilapia y carpa
Palangres cimbras o líneas de varios anzuelos.	Nylon mono o multifilamento.	-	200 (100 reinales)	Bagre y carpa
Trampas o nasas para carpa y bagre.	Cualquier material	-	Cualquier dimensión	Carpa y bagre
Red mangueadora para charal.	Nylon mono ó multifilamento	15 (0.6 pulgadas)	250	Charal y pescado blanco
Trampas o nasas para charal.	Estructura rígida forrada de nylon, poliamida o polietileno.	10 (0.4 pulgadas)	Cualquier dimensión.	Charal (uso exclusivo en rancho charalero).
Atarrayas para charal.	Nylon mono o multifilamento	10	3 (altura)	Charal (uso exclusivo en rancho charalero).
Cunas charaleras.	Estructura rígida, bolsa de poliamida o nylon.	-	0.7 x 1.4 m	Charal y pescado blanco (uso exclusivo en rancho charalero temporal).
Red de cuchara.	Nylon monofilamento Ø 0.5 m	15 (0.6 pulgadas)	-	Charal (uso exclusivo en rancho charalero).

En la NOM se permite la captura de charal (todas las especies) única y exclusivamente en el periodo de diciembre a mayo con la condición de que sea solamente en los ranchos charaleros. El Rancho Charalero es un área de la ribera del lago en donde se lleva a cabo la reproducción, confinamiento y captura de charal que incluye estructuras de auxilio a la pesca, de los cuales se tiene tres modalidades (numeral 3.18, DOF junio 2004):

- a) Rancho permanente construido de piedras; consiste en una serie de estructuras perpendiculares a la ribera, conocidas como morros, elaboradas a base de piedras, que tienen una longitud mínima de 20 m y tienen una separación de 3 m. en función de

la anchura de la zona federal concesionada, cada rancho charalero esta formado por dos o tres morros, teniendo un ancho de 3 a 6 m. este método de pesca es más común en el estado de Jalisco. La captura comercial se realiza con atarraya y cuchara para charal.

- b) Rancho temporal de madera; consiste en una estructura de madera de 14 m de longitud máxima, que se construye paralela a la orilla del embalse y en la cual se colocan nasas pendiendo de en el agua. Cada estructura dispone de aproximadamente 15 nasas operando de manera simultánea. Este tipo es mas común en el área correspondiente a Michoacán. La captura comercial se realiza cosechando las nasas.
- c) Rancho charalero temporal interior (cunas charaleras). Cada rancho charalero, consiste en una serie de estructuras, normalmente por pescador, construidas con un marco de alambrón de 0.70 m por 1.40 m, al cual se le coloca una bolsa de paño mosquitero con una profundidad de 1.4 m; alrededor del alambrón se fijan las camas de desove o trenzas construidas de paños de red de desecho. Cada estructura dispone de 20 cunas para la captura y el desove. Por cada 20 cunas se dispone de una jaula de alambrón de 2 x 6 m para colocar en su interior las camas de desove o trenzas, cada jaula esta cubierta de paño mosquitero en la superficie, con el fin de proteger los jebecillos hasta su eclosión, la jaula esta construida de una red mosquitero para permitir el escape de los alevines de charal. La captura se realiza cosechando la cuna.

Con este método de pesca se asegura la reproducción, ya que la eclosión de los huevos esta protegida. La NOM autoriza como máximo 220 ranchos charaleros de las modalidades a y b.

Las demás artes de pesca que se utilizan para capturar el recurso charal (redes mangueadoras y redes de enmalle) quedan excluidas en este periodo. Por lo tanto deben de abstenerse de capturar en el periodo de veda oficial.

Análisis cuantitativo

Información disponible

En función de su abundancia y a la información actual, se seleccionaron 4 especies de las diferentes Familias que se reportan en el Lago para construir un modelo de simulación. De la familia Atherinopsidae se eligió el charal *Chirostoma consocioum*, el cual representa aproximadamente el 90% de la captura de los charales. Con respecto al pescado blanco, no se cuenta con información suficiente debido a su baja biomasa en el embalse por lo que se descartó para el análisis.

De la familia Ictaluridae se utilizó información del bagre de canal *Ictalurus punctatus*; y por ultimo se incluyeron las especies de carpa y tilapia, las cuales presentan las proporciones de mayor abundancia en la captura. La información de dinámica poblacional y biológica de estas especies se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. **Parámetros biológico-pesqueros de las especies de mayor importancia en el Lago de Chapala (Orbe et al. 1998).**

Especies	Parámetros poblacionales								Épocas de reproducción
	L_{∞} (cm)*	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	L_c (cm)*	Z	M	F	E	
Charal (<i>Ch. consoncium</i>)	14.8	0.29	-0.14	6.6	5.29	1.7	3.59	0.68	ene-mar
Bagre (<i>I. punctatus</i>)	56.5	0.27	-0.1	21.2	2.25	0.26	1.99	0.78	jul-sep
Tilapia (<i>O. spp.</i>)	41.6	0.37	-0.15	16	3.23	0.96	2.27	0.70	mar-may
Carpa (<i>Cyprinus Carpio</i>)	42.3	0.39	-0.11	20.7	2.46	0.77	1.69	0.60	todo el año

* Longitud estándar

Modelo

Planteamiento

Se construyó un modelo estructurado por edades para cada una de las 4 especies, utilizando los principios básicos de las tablas de vida, en donde la entrada y salida de individuos a cada cohorte de la población es dinámica.

Los cambios en el numero de individuos en la población se define como (Seijo *et al.* 1997):

$$N_j = N_{j-1} \cdot \exp^{(-M + (q_{(j)} * f))}$$

Donde N_{j-1} se refiere al numero de organismos de la cohorte previa, M es la mortalidad natural, $q_{(j)}$ es la capturabilidad para cada edad j y f es el esfuerzo pesquero aplicado.

La capturabilidad a cada edad se obtiene con la siguiente ecuación:

$$q_j = -[h (1 - a \cdot \frac{Sel_j}{\text{área}})]$$

a es el área de influencia de las artes de pesca por viaje de pesca, Sel_j es la proporción de retención del arte de cada edad, área es el área total de distribución del recurso.

Por lo que la selectividad para cada edad se obtiene por la siguiente ecuación (Sparre *et al.* 1989):

$$Sel_j = \frac{1}{1 + e^{(s1 - s2 \cdot L_j)}}$$

Los parámetros S_1 y S_2 se estimaron por medio de las ecuaciones (Sparre *et al.* 1989):

$$S_1 = L_{50\%} \cdot \ln \left(\frac{3}{L_{75\%} - L_{50\%}} \right) \quad \text{y} \quad S_2 = \frac{S1}{L_{50\%}}$$

$L_{50\%}$ y $L_{75\%}$ es la longitud al 50 y 75% de retención al arte de pesca utilizado.

Variables de estado

La biomasa para cada clase de edad se obtiene multiplicando el numero de individuos de la clase de edad (j) por el peso promedio de cada clase de edad; el peso promedio de cada edad se ajustó a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy:

$$B_j = N_j \cdot W_j$$

Por lo que la biomasa total resulta de la sumatoria de la biomasa de todas las clases de edad:

$$B = \sum B_j$$

Este modelo considera que los factores que afectan la producción de biomasa como el crecimiento y mortalidad de la población se encuentran distribuidos homogéneamente en el espacio y en el tiempo. La captura es producto de la mortalidad por pesca (F) por la biomasa de la población (Beverton y Holt 1957).

La captura (C_j) y la mortalidad por pesca (F_j) por clase de edad se definen por las siguientes ecuaciones (Shaefer 1954):

$$C_j(t) = q_j B_j(t) f(t)$$

$$F_j(t) = \frac{C_j(t)}{B_j(t)} = q_j f(t)$$

La variación del esfuerzo pesquero en el tiempo $f(t)$ se calculó utilizando la ecuación de dinámica del esfuerzo (Smith 1969):

$$f = f_{N-1} + (exen \cdot renta)$$

Donde f_{N-1} es el esfuerzo aplicado de un año anterior, $exen$ es el parámetro de dinámica de la flota y $renta$ es la renta económica de la pesquería.

La renta económica de la pesquería se obtuvo por la diferencia entre los ingresos netos (IT) menos los costos totales (CT).

Los ingresos totales IT se obtuvieron al multiplicar el precio de la especie (p) por la captura total.

$$IT = \sum C \cdot P$$

Mientras que los costos totales se obtienen multiplicando el costo unitario del esfuerzo pesquero por el esfuerzo aplicado.

Tabla 5. **Parámetro de inicio que alimentan el modelo de estructura por edades.**

Parámetro	Valor del parámetro por especie				Unidades
	Tilapia	Charal	Bagre	Carpa	
Edad máxima.	8	10	12	8	años
Edad de primera madurez sexual.	1.3	1.5	1.5	1.5	años
Fecundad promedio.	10,709	1,155	11,800	106,863	no. huevos
Coeficiente de mortalidad natural.	0.93	1.7	0.26	0.77	1/año
Parámetro de curvatura (K; ECvB).	0.37	0.29	0.27	0.39	1/año
Parámetro de ajuste (t_0 ; ECvB).	-0.15	-0.69	-0.51	-0.012	-
Longitud asintótica.	41.6	14.8	56.5	42.3	cm
Peso asintótico.	1,200	0.199	8,000	12,000	g.
Longitud de retención al arte al 50%.	17	6	21	20.7	cm
Longitud de retención al arte al 75%.	19	8	24	25.6	cm
Área de influencia de la flota por día.	0.1	0.1	0.1	0.1	km ²
Área total del recurso.	1,100	1,100	1,100	1,100	km ²
Precio de la especie.	8,000	3,000	34,000	8,000	\$pesos/ton
Coso unitario del esfuerzo.	1,500	1,000	6,500	1,500	\$/arte/año
parámetro de dinámica de la flota.	0.000423	0.000023	0.00053	0.00031	-

Supuestos y limitaciones del modelo

- El reclutamiento a la pesquería es en forma de “filo de navaja” es constante e independiente del tamaño del stock.
- La selección de las edades al arte de pesca es en filo de navaja.
- La distribución de la población es homogénea, por lo tanto todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados.
- La tasa de explotación es constante para cada edad.
- La mortalidad natural es constante en el tiempo e independientemente de la edad.
- El crecimiento en peso y en talla se ajustan a la función de crecimiento de von Bertalanffy.
- El esfuerzo cambia proporcionalmente a la renta económica.

Estado actual de la pesquería

Evaluaciones anteriores a ésta indican una disminución importante del rendimiento de la pesquería en general, el rendimiento máximo estimado (14,245 t) se ha rebasado desde años anteriores (Orbe *et al.* 2001).

La simulación indica que los recursos involucrados presentan variaciones significativas en el tiempo, que en el corto plazo parecen impactar de manera negativa, pero en el largo plazo los recursos tienden a estabilizarse (fig. 6a), a excepción del bagre (fig. 6b) especie que presenta mayores fluctuaciones.

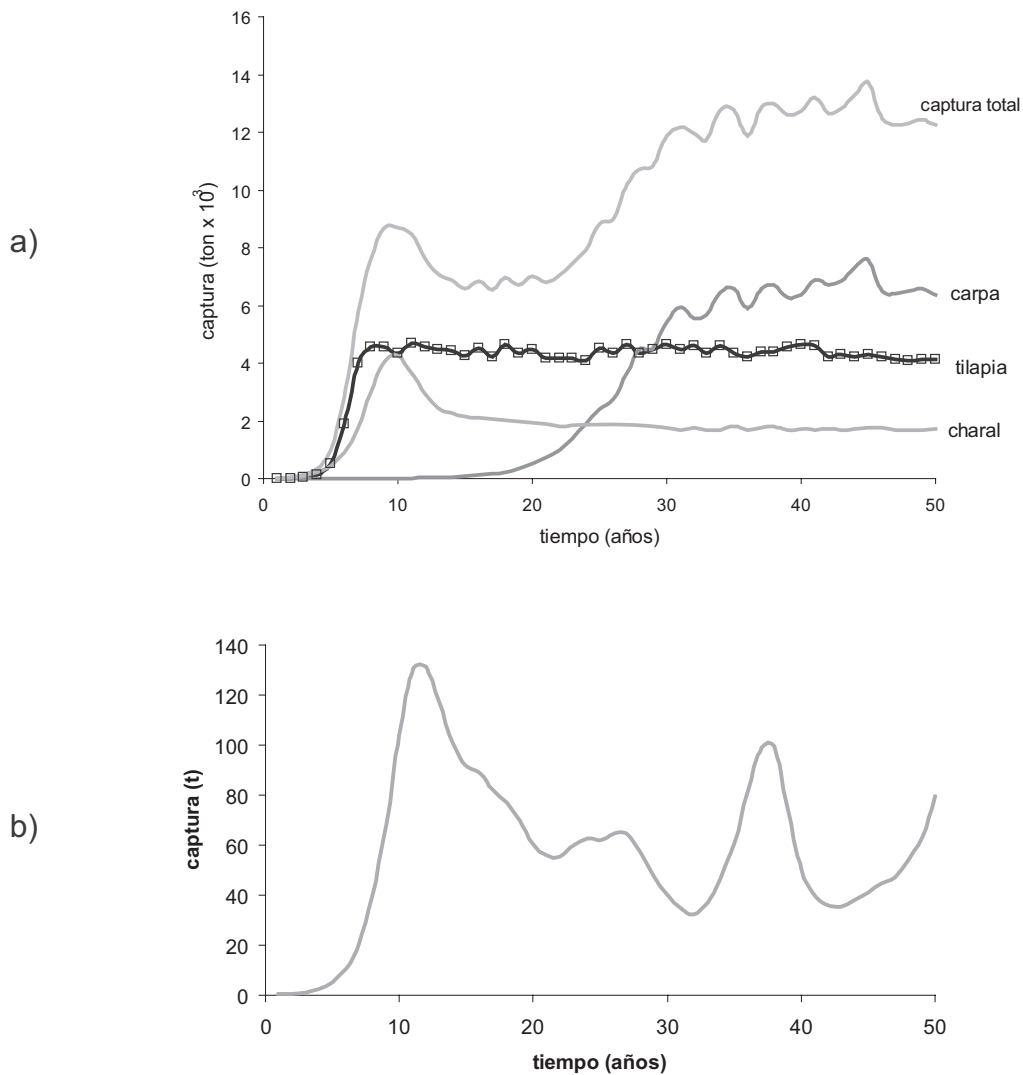


Figura 6. Simulación de la captura de las principales especies del lago de Chapala.

El incremento desmesurado del esfuerzo (fig. 7a) pesquero es debido a la deficiencia de la aplicación de medidas administrativas que detengan este incremento, por consecuencia, la renta generada por la actividad pesquera (fig. 7b) de la mayoría de los recursos después de 10 años presenta ciclos con pérdidas, a excepción del charal, que no presentó rentas negativas, aunque sí un sensible decremento.

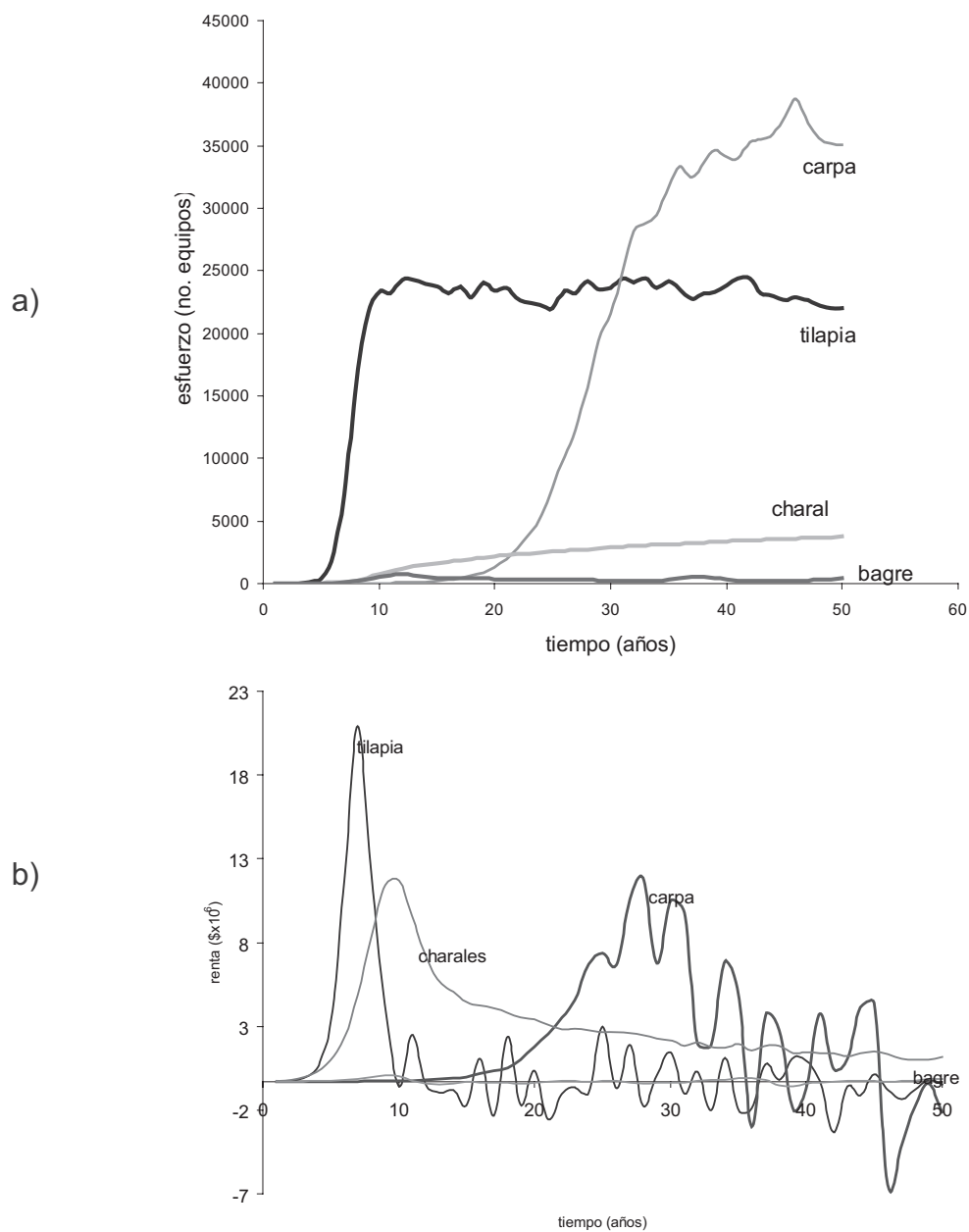


Figura 7. Comportamiento del esfuerzo aplicado para cada especie (a) y la renta generada (b) en el lago de Chapala.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Tomando en cuenta los límites calculados con el modelo (PRL), se observa que han sido rebasados en la actualidad (Tabla 6). La especie de mayor rendimiento es la tilapia, la cual soporta el mayor número de artes de pesca (18,315). El bagre, debido a que su población presenta menor abundancia es la especie que debe tener mayor observancia por parte del sector pesquero y de las autoridades.

Tabla 6. **Puntos de Referencia Límite para la pesquería del Lago de Chapala, Jal.-Mich.**

Especie	Puntos de Referencia Límite		
	C_{RMS}	F_{RMS}	F_{RME}
Tilapia	18,186	18,315	13,127
Carpa	2,707	7,072	5,340
Charal	5,400	542	533
Bagre	117	822	273

Para todos los recursos, cada punto de referencia recomienda disminuir el esfuerzo pesquero que en la actualidad se está aplicando, incluso si se requiere ser más cauteloso, se puede aplicar el esfuerzo al máximo rendimiento económico (F_{RME}).

Como primer paso en la regulación del esfuerzo pesquero se debe asegurar el cumplimiento en la aplicación de la NOM 032 (DOF 2004). Si bien no reduce el esfuerzo, lo limita al esfuerzo aplicado actual. Lo cual debe trascender en el mediano plazo en conjunto con los otros instrumentos de ordenación que contempla la NOM.

Por otra parte, se deben establecer criterios de conservación y aprovechamiento responsable por parte de los usuarios, con la apropiada intervención de las autoridades administrativas.

Algunos criterios que se pueden acelerar en el corto plazo son la repoblación de pescado blanco y especies nativas. Observaciones del personal de la Oficina de Pesca de Michoacán, mencionan que en ocasiones se ha detectado que en las cunas de charal ocurre a desovar, además, algunos ejemplares de pescado blanco. El material reproductivo de esta especie se puede aprovechar para incubarlo en el Centro Acuícola de Tizapán el Alto y aumentar el lote de reproductores que tiene actualmente (Villicaña y Morales 2003).

REFERENCIAS

- Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (claves). México: Sría. de Ind. y Com. Inst. Inv. Biol. Pesq. (1).
- Arzate M. O. 1988. Análisis preliminar de las pesquerías del lago de Chapala (región michoacana). Informe de labores 1986-1988. INP. Centro Reg. De Inv. Pesq. Pátzcuaro 124-125 p. Inédito.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. London. Ser. II. 19:1-533.
- Chávez E. A. 1973. Datos hidrológicos del lago de Chapala, Jal. Rev. Soc. Hist. Nat. No. 34 125-146 p.
- Cuesta-Terrón, C 1925. La fauna ictiológica y malacológica comestible del lago de Chapala, Jal. y su pesca. Mem. Rev. Soc. Hist. Nat. No. 34 pp. 125-146.
- De Buen, F. 1946. Investigaciones sobre ictiología mexicana III. La ictiofauna del lago de Chapala. Con la descripción de una nueva especie (*Austro ochoteranai*). A. Ist. Biol. Univ. Méx. 17(1-2) pp. 87-138.
- Anónimo 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-014-PESC-1994. Que determina los periodos de veda temporal de algunas especies sujetas a explotación pesquera. Diario Oficial de la Federación. SEPESCA. 16 de marzo de 1994.
- Anónimo 2004. Norma Oficial Mexicana NOM-032-PESC-2003. Pesca responsable en el lago de Chapala. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Diario Oficial de la Federación. SAGARPA. 1 de junio de 2004. 30-42 p.
- Guzmán, A.M. y S. Galviz 1988. Patrones de anidación de la tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) en el lago de Chapala. Informe interno. Inst. Limnol. UDEG. 15 p.
- Matsui, Y. 1937. Informe de la exploración realizada en el lago de Chapala. Bol. Dpto. Forestal, Caza y Pesca. Mexico (2):151-164.
- Moncayo-Estrada R., C. Escalera G. y V. Segura G. 2003. Los pescados blancos del lago de Chapala, características generales. En: Historia y avances del cultivo de pescado blanco. SAGARPA INP. 51-77 pp.
- Morelos M. G. y Guzmán A. M. 1995. Ictiofauna del lago. En: Guzmán 1995 (compilador) La pesca en el lago de Chapala: hacia su Ordenamiento y explotación racional. Univ. De Guad. Com. Nal. Agua. (1ª ed.) México.
- Ortiz, M.J.M. 1989. Contribución al estudio de la pesquería del charal *Chirostoma* spp. en la laguna de Chapala, Jal. México. Tesis Prof. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN 69 p.
- Orbe, M. A., D. Hernández M. y Acevedo, G. J . 1998. La pesquería del Lago de Chapala. Evaluacion y manejo. CRIP Pátzcuaro. INP-SEMARNAP. Inédito. 17 pp.
- Orbe Mendoza A. D. Hernández M y Acevedo G. J .2001. El Lago de Chapala. En: Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluacion y Manejo 1999-2000. INP SAGARPA. 821-836 p.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 1:27-56.
- Seijo, J. C., O. Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368 Roma. 176 p.
- Smith, V.L. 1969. On models of commercial fishing. J. Polit. Econ. 77:181-198.

Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306/1:337 p.

SEMARNAP 1999. Anuario estadístico de pesca.

SEPESCA 1990. Lago de Chapala. Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores a 10,000 ha y nivel de aprovechamiento. Biotecs 1990. Secretaria de Pesca 124 p.

Toledo, M. P. 1988. Foraging by largemouth bass (*Micropterus salmoides*) on atherinids (*Chirostoma* spp.) in Lake Patzcuaro, Michoacan Mexico. M. Sci. Thesis School of Natural Resources, Fisheries. University of Michigan. Ann Arbor Michigan.

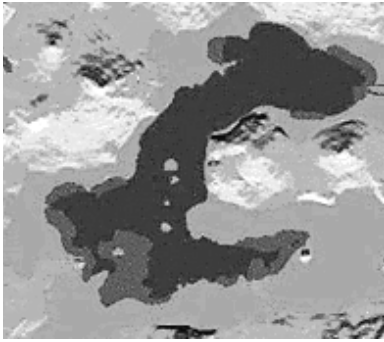
Villicaña V F. y J. Morales V. 2003. Experiencias en el cultivo del pescado blanco *Chirostoma promelas* en el centro acuícola Tizapan el Alto, Jalisco. En: Historia y avances del cultivo de pescado blanco. INP-SAGARPA. 221-235 p.

Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería en el Lago de Pátzcuaro
 La pesquería en el Lago de Pátzcuaro
 La pesquería en el Lago de Pátzcuaro
 La pesquería en el Lago de Pátzcuaro
 La pesquería en el Lago de Pátzcuaro

Lago de
 Pátzcuaro
 Pátzcuaro
 Pátzcuaro
 Pátzcuaro
 Pátzcuaro
 Pátzcuaro



Lago de Pátzcuaro

Daniel Hernández Montaña

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz
 Prolongación Playa Abierta s/n, Colonia Miramar, C.P. 70600
 Salina Cruz, Oaxaca

LA PESQUERÍA

Importancia

El lago de Pátzcuaro se encuentra en una de las regiones más notables de México debido a su importancia biológica, ecológica, cultural, histórica, escénica y arquitectónica (Toledo, 1992). Forma parte del sistema Lerma-Santiago, localizado entre los 19° 41' y 19° 32' latitud N y los 101° 32' y 101° 43' longitud O, tiene una superficie de 92.21 km² (Fig. 1).

Almacena un volumen de 555 Mm³ de agua, es un lago endorreico, lo que significa que el agua proviene de la precipitación pluvial (1,000 Mm³), las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior; las pérdidas de agua son debidas a la evaporación, transpiración de las plantas y a las extracciones de agua para riego por bombeo que se realizan (700 Mm³). (Barrera-Bassols, 1992).

El lago alberga en sus aguas una importante fauna ictiológica desde el punto de vista biogeográfico, cultural y económico para las comunidades ribereñas. El origen de esta comunidad está asociado a una serie de eventos tectónicos y volcánicos que se presentaron en la Mesa Central de México al final del Terciario y principios del Pleistoceno. Se generaron comunidades naturales caracterizadas por un gran número de especies endémicas de grupos como petromizóntidos, ciprínidos, ictalúridos, poecílidos, godeidos y aterinidos (De Buen, 1947; Barbour, 1973a, 1973b; Barbour y Miller, 1976).

Rosas (1982) señala que antes de la Conquista el área lacustre influyó en el establecimiento de pueblos ribereños cuya actividad primordial era la pesca; posteriormente Vasco de Quiroga les enseñó



Figura 1. **Ubicación geográfica y localización de las principales comunidades del Lago de Pátzcuaro, México.**

la construcción de artes de pesca más modernas (redes agalleras, chinchorros, redes mariposa) haciendo que la actividad pesquera incrementara. El desarrollo de la actividad pesquera en el lago ha seguido la trayectoria de la propia cultura tarasca, que heredó a las generaciones de nuestra época conocimientos y tradiciones pesqueras que actualmente caracterizan al lago y a sus pescadores (Anónimo, 1990).

La pesquería del lago de Pátzcuaro se caracteriza por ser multiespecífica. En él habitan doce especies de peces -ocho nativas y cuatro introducidas- y un anfibio. Con el paso de los años la estructura original se ha modificado debido a la introducción de especies como la lobina (*Micropterus salmoides*) en 1929-1930 (Solórzano, 1955), carpas de origen asiático y mojaras de origen africano a mediados de la década de los años setenta (Rosas, 1976b). Sin embargo, existen registros que indican que la introducción de carpa herbívora no fue exitosa (Rojas, 1992), ya que actualmente no se captura en el lago, situación similar a lo que sucede con dos especies de la familia Goodeidae. De las especies nativas, los aterínidos son considerados como las especies dulceacuícolas de mayor valor comercial en el país.

La pesca se realiza en todo el lago, cuenta con la participación de unos 816 pescadores registrados oficialmente, organizados en una cooperativa y 26 uniones, quienes operan alrededor de 8,369 artes de pesca (Carta Nacional Pesquera, D.O.F. 15/03/04).

Biología

Charales

Estos peces están incluidos en la familia Atherinopsidae, con las especies *Chirostoma attenuatum* “charal prieto”, *C. patzcuaro* “charal pinto” y *C. grandocule* “charal blanco”, las tres endémicas del lago de Pátzcuaro (Espinosa *et al.*, 1993). Estas especies alcanzan diferentes tallas, en general menores a 17 cm. La reproducción se realiza durante todo el año, pero se acentúa de enero a mayo (De Buen, 1944a; Solórzano, 1963); la madurez sexual se alcanza desde los 5.5 a los 9.0 cm. De acuerdo a Rosas (1976b), las hembras depositan de 400 a 1,200 huevos, según la especie y el peso de la hembra. Son organismos carnívoros, que se alimentan principalmente de zooplancton en las primeras etapas de su vida y posteriormente de insectos, crustáceos y pequeños peces (García, 1994).

Rosas (1982) señala que *C. grandocule* es zooplanctófago desde larva hasta adulto, presenta una longitud máxima de 14 cm, una hembra de 10 g desova alrededor de 600 huevos, y el desove ocurre en la primavera hacia las orillas del lago, en zonas con oleaje ligero y con presencia de algas filamentosas. Para la misma especie, Rojas *et al.* (1993b) indican una marcada época de desove que inicia en febrero y finaliza en julio, con un máximo en abril; además suponen una segunda época de menor intensidad para los meses de diciembre y enero.

La dieta de *C. attenuatum* se basa en crustáceos, insectos, restos de peces, algas y rotíferos (Solórzano, 1961; Gutiérrez-Hernández, 1999). Esta especie se reproduce de enero a mayo, pero en febrero es más abundante (Solórzano, 1961).

Pescado blanco

En la misma familia se incluye a *Chirostoma estor estor*, tradicionalmente conocido como “pescado blanco”; Alaye (1993) menciona a *C. lucius* y Rojas *et al.* (1993a, 1995) a *C.*

humboldtianum como parte del grupo de pescados blancos presentes en el lago. *C. lucius* es nativo del lago de Chapala y en el río Grande de Santiago, mientras la segunda especie se distribuye en los lagos del Valle de México, en el río Lerma y en otros ríos de los estados de Michoacán, Jalisco y Nayarit (Espinosa *et al.*, 1993). Los organismos de *C. estor* pueden alcanzar tallas de hasta 37 cm, aunque éstas tallas son ahora escasas debido a la sobrepesca (Orbe y Acevedo, 1992).

Al igual que los charales, se reproduce todo el año pero se acentúa de enero a agosto (De Buen, 1944a; Solórzano, 1963), alcanzando su madurez sexual a los 15.5 cm. Las hembras en cautiverio liberan de 800 a 1,500 huevos por puesta (Rosas, 1982).

En el Laboratorio de Acuicultura del CRIP-Pátzcuaro se han realizado diversos esfuerzos que han permitido contar con información valiosa sobre el cultivo de esta especie, como la temperatura (19 ± 0.5 °C) y densidad (160 huevos/l) óptimas de incubación, se ha determinado la fecundidad de hembras grávidas (970 ± 12 huevos/ml), para la etapa de larva y cría se han descrito la duración del estadio larvario y del saco vitelino, se ha descrito la metodología en el suministro de dietas inertes y vivas, analizadas en función de las tasas de sobrevivencia y crecimiento, por otra parte existen avances significativos con respecto a la reproducción en condiciones de cautiverio (Rojas, 1986, 1988, 2000; Mares, 1987, 1990; Morales y Mares, 1991; Rojas *et al.*, 1992; Mares y Morales, 1993; Mares *et al.* 1999; Mares y Morales 2003).

Tiros y cheguas

En el lago se encuentra un grupo de peces de tallas pequeñas, incluidos en la familia Goodeidae. Las especies distribuidas en este embalse son *Goodea atripinnis* (= *G. luitpoldi*) (Webb, 1998), *Neoophorus diazi* (= *Allotoca diazi*) (Smith y Miller, 1987), *Alloophorus robustus*, *Skiffia lermæ* y *Allotoca vivipara*. Debido a que las dos últimas no se han capturado recientemente, Berlanga *et al.* (1997a) las consideran extintas en el lago; *S. lermæ* está incluida en la NOM-059-ECOL-1994 como una especie amenazada.

Las especies de esta familia presentan un marcado dimorfismo sexual, cortejo nupcial y viviparidad, con una serie de adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas propias del grupo (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986). El “tiro” (*Goodea atripinnis*) es un pez omnívoro, con preferencia por los vegetales en las primeras fases de desarrollo, la cual cambia en tallas mayores cuando consume crustáceos, también consume en menor proporción algas, insectos y rotíferos, entre otros. La “chegua” (*Alloophorus robustus*) es una especie carnívora, cuya alimentación está compuesta de crustáceos, larvas de insectos y pequeños peces (Rosas, 1976a).

Estas especies realizan su reproducción de febrero a julio y las tallas en las cuales se realiza esta actividad van de 7.0 a 13.0 cm. El número de embriones por hembra varía según la especie, en promedio 40 para *Neoophorus diazi*, 24 para *Alloophorus robustus* y 19 para *Goodea atripinnis* (Mendoza, 1962). Las tallas de primera captura para estas dos especies en el lago van de 6.0 a 16.0 cm (Orbe y Acevedo, 1996).

Acúmara

Algansea lacustris es un ciprínido, originalmente endémico del lago, que se pesca tradicionalmente por las comunidades purépechas de la región (Chacón *et al.*, 1996).

Actualmente se distribuye en otros embalses del estado, debido a que la Delegación Federal de la SEMARNAP ha realizado siembras. Ha representado hasta un 25% de la producción pesquera total del lago (Orbe y Acevedo, 1996). Es un pez omnívoro con inclinación por las algas filamentosas donde habitan moluscos, cladóceros, anfípodos, isópodos que son consumidos junto con éstas (Rivera y Orbe, 1990).

El desove ocurre cuando aumenta la temperatura, entre los meses de noviembre a junio, con un máximo entre febrero y abril, lo que coincide con los meses de mayor captura en el año, febrero a mayo (Rivera y Orbe, 1990; Chacón *et al.*, 1996). En esa época, grandes cantidades de huevos fecundados son extraídos junto con los artes de pesca usados durante la captura, los que son aplastados por el peso de éstas o bien, sacados por el oleaje a las orillas, donde mueren (Rivera y Orbe, 1990). La talla de primera madurez se ha reportado entre 15.5 a 19.1 cm y las tallas que aparecen en la captura comercial se encuentran entre 8.0 y 28.0 cm; con mayor frecuencia de 12.0 a 18.0 cm (Orbe y Acevedo, 1992).

Es importante mencionar que a partir de 1980 en el lago se ha llevado a cabo un programa de repoblamiento de especies nativas, entre cuyas actividades se encuentra la producción de crías y posterior liberación. Asimismo, como ya se mencionó en el caso de los charales, en el CRIP-Pátzcuaro se realizaron esfuerzos para el desarrollo de una tecnología de cultivo de acúmara (Rivera y Orbe, 1990).

Carpas

A mediados de la década de los años setenta, en el lago se introdujeron carpas exóticas, incluidas en la familia Cyprinidae, las especies fueron *Cyprinus carpio* “carpa común” y *Ctenopharyngodon idella* “carpa herbívora”, sin embargo la introducción de la segunda especie no tuvo éxito, ya que las evidencias señalan que no se ha reproducido naturalmente en el lago por lo cual no hay registros de su captura. Rojas (1992) señala que sólo se ha logrado la reproducción de esta especie en los centros acuícolas, mediante inducción hormonal, y en los ríos que desembocan en la Presa Infiernillo, Michoacán.

La “carpa común”, *Cyprinus carpio*, es una especie poco apreciada debido a su bajo valor en el mercado, sin embargo forma parte importante en la pesquería del lago. Es un pez omnívoro y detritófago, cuyo periodo de reproducción es de marzo a julio, el desove lo realiza sobre vegetación acuática. Una hembra de aproximadamente un kilogramo llega a ovopositar hasta 100,000 huevos. Las tallas a las que se pesca varían de 15 a 50 cm.

Lobina negra

Micropterus salmoides se encuentra incluida en la familia Centrarchidae y es llamada por los pescadores “trucha”. Solórzano (1955) indica que esta especie fue introducida en el lago hacia 1929-1930, prosperó en tal forma que su predominio en la fauna fue muy marcado, especialmente entre 1941-1945, cuando se registraron volúmenes de captura muy elevados. Es una especie carnívora, sus hábitos alimenticios son diferenciales de acuerdo a la talla, los organismos pequeños se alimentan de insectos y crustáceos, los mayores de 20 cm consumen además peces (Toledo, 1988). Su reproducción se registra de diciembre a abril y la talla de primera madurez es a partir de los 24 cm.

Una lobina de 30 cm de longitud patrón puede tener de 16,000 a 25,000 óvulos inmaduros (García de León, 1984, 1985). La captura de la especie se realiza con mayor incidencia

sobre tallas de 14 a 20 cm. Rosas (1982) reporta lobinas con longitud máxima de 55 cm y un peso máximo de 4.5 kg.

Tilapia

La tilapia (*Oreochromis aureus*) se introdujo al lago en 1974, y se distribuye en lugares someros con vegetación acuática (Rosas, 1982). Su éxito adaptativo se debe a que es omnívora y a que se reproduce varias veces durante el año, sobre todo entre marzo y junio, en zonas someras y fangosas. La madurez es alcanzada a los 12 cm y las tallas de captura se sitúan entre los 12 y 16 cm (Orbe y Acevedo, 1992). Es una especie que forma parte importante de la pesquería del lago.

Achoque

Ambystoma dumerilli es un anfibio endémico del lago, que a nivel regional se consume ampliamente. Tiene importancia en la medicina tradicional ya que se considera que posee propiedades curativas. Se han realizado descripciones histológicas del aparato reproductor masculino (Gómez-Ríos, 1989) y femenino (López, 1990), indicando que la reproducción de esta especie inicia en otoño, prolongándose hasta los primeros meses del año siguiente. Por su parte, García-García-Ureña (1996) describe el desarrollo embrionario, el tiempo de eclosión y el crecimiento desde las primeras etapas hasta los seis meses.

Se le incluye en la NOM-059-ECOL-1994 como una especie rara, donde se indica que es una población biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural. La Carta Nacional Pesquera menciona que debido a que la especie esta sujeta a protección especial se prohíbe su captura (D.O.F. 15/03/04).

Captura y esfuerzo

En el lago los pescadores se encuentran agrupados en 26 uniones y una sociedad cooperativa de producción pesquera, distribuidas en 23 comunidades ribereñas e isleñas del lago. De ellas 11 realizan exclusivamente su actividad con redes agalleras y 16 las combinan con chinchorros. Todos estos grupos de pescadores se localizan en los Municipios de Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan y Erongarícuaro (Orbe y Acevedo, 1996).

El número total de pescadores organizados en el lago es de 816. Se estima que alrededor del 70% realizan su actividad permanentemente y el resto de manera temporal, de diciembre a junio. Cabe destacar que el número de pescadores organizados en 1993 era de 1,024, para 1996 se registraron 815 y desde 1998 se registran oficialmente 816. Se han contabilizado de manera indirecta entre 160 y 200 pescadores libres (Coordinación Regional Pátzcuaro 2000, comunicación personal), de los cuales no se sabe con certeza si ejercen la pesca en forma temporal o permanente. Rojas (1992) menciona que del total de pescadores en el lago, sólo una fracción se dedica exclusivamente a la pesca, pero que la mayoría alterna la pesca con otra actividad productiva, entre estas actividades se han identificado la elaboración de artesanías, actividades de agricultura y ganadería a pequeña escala, comercio, y construcción.

Sin embargo no existe algún estudio que cuantifique por ramas de actividad, por lo cual se desconoce para cuántos de ellos la única fuente de ingresos es la pesca y para cuántos

representa un ingreso complementario. Por otro lado, se considera además que existe una población flotante (la que emigra temporalmente a Estados Unidos) que se incorpora a la pesca y ejerce una presión aún no estimada sobre los recursos del lago en ciertas temporadas.

Operaciones, equipos y artes de pesca

De las 26 áreas de pesca del lago, las que registran la mayor abundancia son las aledañas a las Islas de Janitzio, Urandén y Jarácuaro. Estas localidades se encuentran en la parte sur del lago (Anónimo, 1990).

En general, las embarcaciones son cayucos de madera impulsados por remos; sus dimensiones son 4.0 m de largo, 0.80 m de ancho y 0.40 m de altura. En 1981 había 699 embarcaciones, durante 1989 se registraron 1,246 y en 1996 únicamente 791 de acuerdo con el Registro Nacional de Pesca (Orbe y Acevedo, 1996). En la actualidad se registran 777 embarcaciones (D.O.F. 15/03/04). El uso de redes (chinchorros y agalleras) por los habitantes indígenas de la región, fue introducido por los colonizadores y asimilado en la cultura purépecha, a tal grado que “puede afirmarse que la pesca, en el Lago de Pátzcuaro, es una forma económica tradicional indígena”. En años recientes, el uso del chinchorro ha disminuido debido al establecimiento de las vedas, al aumento de vigilancia y muy probablemente al bajo rendimiento que ya produce este arte de pesca.

Para 1950, Solórzano (1955) indica la existencia de 171 chinchorros; en 1989 existían 122; en 1996 habían descendido a 85 y actualmente se encuentran operando aproximadamente 50 chinchorros (Coordinación Regional de Pátzcuaro, 2000, comunicación personal) de los 72 que hasta 1997 contaron con permiso. A partir de entonces se llegó a un acuerdo con el sector para sustituirlo gradualmente por redes agalleras en función de la vida media de cada chinchorro.

Es interesante mencionar que en 1989, a propósito de la problemática planteada por la prohibición del uso del chinchorro, ya que se trata de un arte de arrastre (Art. 116 del Reglamento de la Ley de Pesca, D.O.F. 7/O1/1988), se generó un movimiento social que condujo a la conformación de dos organizaciones de pescadores de segundo nivel: la Unión Regional de Pescadores del lago de Pátzcuaro y la Unión de Uniones de Pescadores del Lago de Pátzcuaro, las que incluían a todas las uniones locales, ribereñas e isleñas del lago. Esto constituyó una situación coyuntural para conducir la administración de los recursos conjuntamente con los productores y propiciar su correcta asignación (Rojas, 1992). Sin embargo, esto no se visualizó de esta forma en su momento y el convenio firmado no se implementó. Posteriormente y ante la reducción evidente de la producción pesquera en el lago, se realizaron reuniones de trabajo entre representantes de la SEMARNAP, de Ayuntamientos, del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro y de pescadores del lago, a efecto de acordar el retiro definitivo del chinchorro. Sin embargo, aún existe resistencia para su abandono debido a la falta de actividades alternativas no relacionadas con la pesca.

Orbe *et al.* (1988) señalan que los chinchorros que se han usado en el lago tienen una longitud entre 70 y 300 m y una caída de 2.5 m, la luz de malla es de 2.5 a 4.5 cm en las alas y de 0.5 a 2.0 cm en la bolsa. Son de hilo de algodón y normalmente se utilizan de cuatro

a cinco días en la semana. La operación de arrastre de esta arte de pesca se realiza con cinco pescadores, quienes efectúan diariamente un promedio de seis a nueve lances por chinchorro con una captura total máxima de 27 kg.

Las redes agalleras se confeccionan con hilo de algodón o de nylon, con longitudes de 10 a 15 m y 0.80 m de caída, las aberturas de malla oscilan entre 1 y 20 cm, el cual depende estrictamente de la especie objetivo. Orbe y Acevedo (1996) señalan que durante temporadas de pesca altas se ha llegado a contar entre 10,000 y 12,000 artes en operación al día, por lo cual son las más abundantes en el lago.

Las redes mariposa son artes de pesca con abertura de malla de 1.3 a 3.8 cm, también de hilo de algodón y son utilizadas por los pescadores de la Isla Janitzio principalmente. Su uso es limitado, temporal y tradicional, se considera una actividad de subsistencia, ya que sólo se utiliza como demostración al turismo (D.O.F. 15/03/04).

La Carta Nacional Pesquera (D.O.F. 15/03/04) indica la existencia de 8,369 artes de pesca, entre agalleras y mariposas.

Tendencias históricas

Desde 1981, la producción pesquera en el lago ha cambiado significativamente. En 1981 se registraron 737.3 t, en 1988 el ascenso fue notable llegando a 2,523.2 t. Sin embargo, a partir de 1989 se inicia un descenso paulatino en las capturas, ya que en 1995 se registraron un poco más de 500 t, hasta llegar a las 169.4 t registradas durante 1999. Las capturas en 1999 presentan una disminución de al menos 14.9 veces con respecto al máximo registrado en 1988 (Fig. 2a).

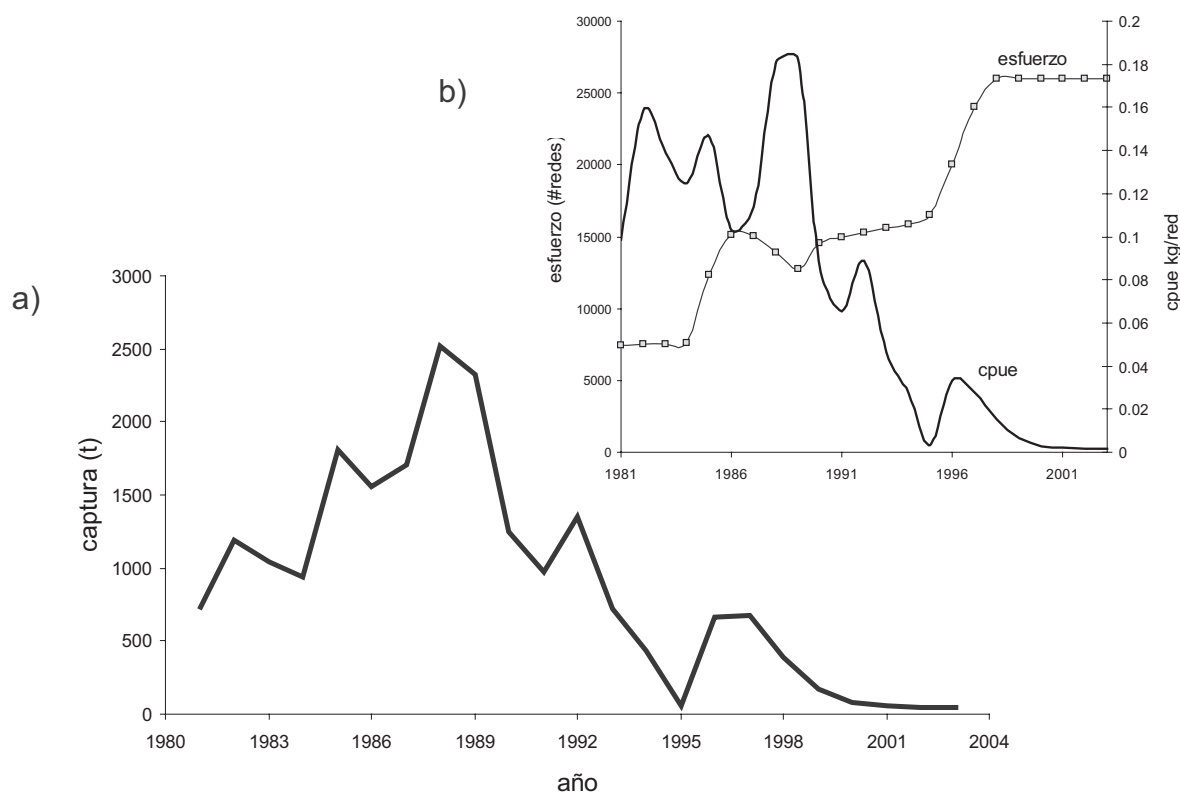


Figura 2. Serie histórica de la producción (a), esfuerzo y CPUE (b) en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Fuente: Oficina Federal de Pesca de la SAGARPA.

También la estructura por especie de las capturas ha mostrado cambios notables, en 1981 el pescado blanco registró 136 t y en 1999 únicamente se registraron 4 t. Los charales de 522 t en 1985 descendieron a 41.5 t en 1999; la acúmara de 660 t en 1988 descendió a 41.1 t en 1999; la chehua de 7 t en 1981 aumentó a 258 t en 1989, pero para 1999 la producción bajó a 13.5 t.

De manera similar la carpa, de 56 t en 1981, se incrementó a 636 t en 1988 para registrar únicamente 34.6 t en 1999. La lobina negra de 198 t en 1981 aumentó a 434 t en 1989, para descender a 400 kg en 1999. La tilapia con 16 t en 1981, se incrementa a 243 t en 1988 y desciende a 34 t en 1999 (Fig. 3).

La proporción de cada una de las especies en las capturas ha variado a través del tiempo. Entre 1981 y 1986, las proporciones más altas se registraron para lobina, acúmara, carpa y charal; entre 1987 y 1991 la acúmara, la carpa y el charal representaron más del 55% de las capturas; y de 1992 a 1997, el charal, la chehua y la acúmara suman más del 70% de las capturas. En 1999, la proporción es de casi el 70% de charal, acúmara y carpa (Fig. 3). Se observa que especies como la lobina, que en los primeros años de la serie analizada representaba más del 20% de las capturas, en la actualidad ya no se captura. En especies como la chehua que en los primeros años representaba menos del 1% en las capturas, actualmente presenta proporciones mayores al 10%. Otra especie que ha aumentado la proporción en las capturas es la tilapia, la que durante 1999 representó el 20.1% en las capturas, actualmente constituye el 24%.

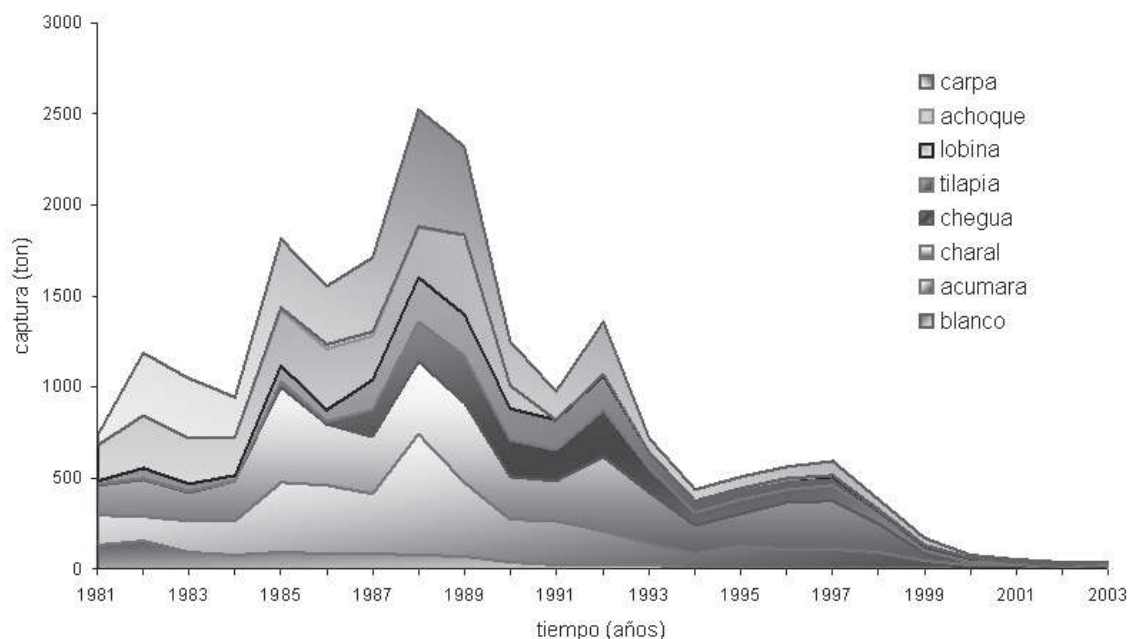


Figura 3. Composición histórica de la captura (1981-2003) por especie en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

La captura anual promedio por pescador en 1987 fue de 1.53 t/año, ésta disminuyó a 0.65 t/año en 1991 y en 1996 era de 0.56 t/año. La tendencia a la baja se ha mantenido, a pesar de haber descendido el número de pescadores registrados, de 1,375 en 1993 a 816 en 1999.

En cuanto a los rendimientos por hectárea, Rosas (1982), señala que para 1974 se reportó un rendimiento de 30.5 kg/ha. En años posteriores, los rendimientos por hectárea aumentaron; Rojas (1992) registró rendimientos promedio por año entre 78 y 239 kg/ha, durante un periodo de 1982 a 1990, probablemente por el impacto de la introducción de especies exóticas como la carpa y la tilapia. Para la última década el rendimiento ha disminuido en promedio a 5 kg/ha.

En lo que se refiere a introducciones y repoblaciones de especies en este lago, Rosas (1976b) señaló que la introducción de especies comenzó en los años treinta con la introducción de lobina negra *Micropterus salmoides* y en los setenta se introdujo tilapia y carpa. Sin embargo, no se ha llevado un registro sistemático de las operaciones realizadas y del impacto derivado de las mismas (Anónimo, 1990). La información de captura destaca que casi todas las introducciones resultaron en su momento exitosas, se lograron mantener como poblaciones durante varias décadas bajo el régimen de explotación. La primera población de especies exóticas que comenzó a declinar fue la lobina, desde el año 2000 ya no se registra. La población de tilapia va en disminución, actualmente se capturan 10 toneladas al año. Así mismo, la carpa ha disminuido su captura a 5 toneladas anuales.

Las repoblaciones de especies nativas, como acúmara y pescado blanco, han sido realizadas a través de un Programa de Reservas, que dirige el Gobierno Estatal desde 1981 (Rodríguez 2003). Las principales actividades de la reserva son proteger al mayor número de huevos de reproductores de pescado blanco y acúmara y obtener un número creciente de alevines y crías para asegurar la reproducción natural. Los registros de liberación suman a más de 12.35 Millones de crías de pescado blanco liberadas durante un periodo de 1992 a 2001.

Actualmente la capacidad de confinamiento y cultivo se ha incrementado a 42 hectáreas. El problema es la longitud de liberación que va de 2 a 4 cm, el objetivo a largo plazo es incrementar ésta longitud a 8 ó 10 cm para asegurar su superviviencia (Rodríguez 2003).

En el caso de la acúmara *Algansea lacustris* el repoblamiento comenzó a ser aplicado en 1994, a la fecha se han sembrado un total de 9.18 Millones de crías, con una longitud de siembra que se ha ido incrementando en el tiempo de 2 a 5 cm de longitud.

Estas actividades han permitido frenar el decaimiento de la producción de pescado blanco y acúmara. Actualmente no se registra su producción. El motivo se debe principalmente al incumplimiento de los usuarios, ya que no concurren a registrar su captura, por lo que hace suponer al observar los datos oficiales de producción que la pesquería del lago de Pátzcuaro ha colapsado.

Los registros actuales (1999 a 2003) que se muestran en la figura 2 pertenecen a aproximadamente el 10% del total de pescadores, esta porción de pescadores son los que dirigen su esfuerzo a recursos como tilapia, carpa y charales. Por lo que el registro de otras especies como pescado blanco no existe ó es muy incipiente.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Hasta los años ochenta, en el lago operaba una planta procesadora de la empresa Productos Pesqueros Mexicanos (PROPEMEX). Después de un periodo de inactividad esta planta ha sido rehabilitada, y actualmente se encuentra en funcionamiento parcial administrada con capital privado. Sin embargo, esta planta procesa productos pesqueros de otros embalses del estado y no del Lago de Pátzcuaro. No existe un conocimiento claro acerca de los centros de acopio existentes en el lago, ni de los canales de comercialización. Sin embargo, se sabe que los centros de acopio se formaron en 1989 a través del Programa de Desarrollo Regional del Instituto Nacional Indigenista y que se incluyen en el Convenio de Desarrollo Social del mismo organismo (L. González, Delegación Federal SEMARNAP en Michoacán, 1996, comunicación personal). Los centros de acopio eran tres y se ubicaron en San Jerónimo, Ojo de Agua y Uricho, contando cada uno de ellos con un local, refrigeradores, básculas y una camioneta.

Actualmente, por la baja en las capturas registradas en el lago, los representantes de las Uniones son los receptores en sus domicilios, en donde se encuentran las básculas y los refrigeradores.

En cuanto a la comercialización, el destino de las capturas satisface la demanda del mercado local, influenciado en forma importante por las actividades turísticas. De igual forma, el consumo de los residentes de esta zona absorbe parte de la captura diaria realizada en el lago. La penetración a otros mercados aledaños no es significativa (Anónimo, 1990). Cabe mencionar que las mujeres, generalmente las esposas de los pescadores, juegan un papel muy importante en la comercialización de las capturas.

Indicadores económicos

Toledo *et al.* (1980) indican que la pesca ha sido y es parte medular del desarrollo histórico, cultural y económico del pueblo purépecha que habita en las riberas del lago de Pátzcuaro; ya que es la única actividad en las comunidades de las Islas Tecuena, Yunuén y Pacanda. En las localidades de Espíritu, Tarerio, Ichupio y Urandenes es la actividad más importante, y en otras ocho comunidades la pesca es de carácter fundamental. La importancia económica de la pesquería del lago de Pátzcuaro tiende hacia la disminución frente a otras actividades; no obstante, dado que la mayor parte de la población pesquera es indígena, la pesca en el lago tiene un importante componente cultural. Del número total de afiliados en las organizaciones pesqueras del lago, el 82% habla purépecha como lengua materna, el 25% es analfabeta, alrededor de 40% tiene estudios de primaria y sólo el 8% de secundaria. El 97% es nativo de las riberas del lago. La población indígena de la cuenca se ha mantenido aproximadamente en 20,000 habitantes (16%), lo que indica una tendencia a su disminución respecto al total de la población de la cuenca, que ha aumentado (SEMARNAP, 1977). Sin embargo, la comunidad indígena de esta región ha sido, durante siglos, la unidad social de apropiación de los recursos naturales de la cuenca. Solamente una parte del total de pescadores se dedica exclusivamente a la pesca, el 37.9% tiene ingresos derivados de otras actividades y el 24% se dedica también a la agricultura (Anónimo, 1990; Rojas, 1992).

De 1997 a 1999 la captura ha disminuido en un 71%, mientras que el número de artes de pesca registrado se ha reducido en un 30% y el total de pescadores organizados ha permanecido igual en el mismo periodo.

El 95% de la producción se distribuye en el mercado regional, el caso del charal solo un 20% se consume fresco alrededor de la ribera, y el 80% se procesa como seco, seco-salado y frito empanizado.

El precio varía de acuerdo a la especie y a su presentación (Tabla 1), así como a la temporada debido a la oferta y demanda del producto.

En el caso de la tilapia, debido a su talla pequeña, el mercado esta saturado de tilapia que proviene de otros embalses como la presa del Infiernillo.

Tabla 1. **Precio del producto del lago de Pátzcuaro y sus presentaciones en el mercado.**

Tilapia	Entero-fresco	8-10	Regional
Tilapia	Filete	-	Autoconsumo
Charal	Seco	25-30	Regional
Charal	Frito	60-80	Regional
Charal	Entero-fresco	8-10	Regional
Carpa	Entero-fresco	8-10	Regional
Acúmara	Entero-fresco	17 (docena)	Regional
Acúmara	Tatemada	25 (docena)	Regional
Godeidos (tiro y chegua)	Seco y entero fresco	-	Autoconsumo

MANEJO

Medidas administrativas

De acuerdo a Rojas (1992) uno de los puntos medulares de la pesquería del lago es el esfuerzo pesquero, representado por dos artes de pesca antagónicos (chinchorros y redes agalleras). Debido a la diferencia en las tallas promedio de cada especie objetivo, es difícil estandarizar un tipo de red de enmalle, de hecho existen diferencias significativas en la confección de cada red de enmalle en función de la especie objetivo.

Ante esto, en el primer semestre de 1998, la SEMARNAP instrumentó la aplicación de una veda temporal para la captura de todas las especies del Lago de Pátzcuaro. Con anterioridad se venía aplicando una veda de común acuerdo para pescado blanco del 15 de marzo al

30 de abril y para el charal del 1° de marzo al 31 de mayo, sin la debida observancia, ya que durante cada período los pescadores podían pescar tres días a la semana (Orbe y Acevedo, 1996).

Así fue como el 30 de abril de 1998 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Aviso de Veda temporal para la captura de todas las especies de peces y anfibios existentes en las aguas de jurisdicción federal del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, durante el periodo comprendido del 1° de marzo al 31 de mayo de cada año. La veda de esta forma se aplicó durante 1998 y 1999.

Posteriormente, el 25 de febrero del 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación una modificación al periodo de veda temporal, conformándose en dos periodos, lo que permitió que la pesca se realizara durante la semana santa y una semana anterior a ésta, dada la importancia tradicional de esa festividad en la entidad, por lo que el periodo se designo de la siguiente manera:

- a) Del 1° de marzo al 8 de abril del año 2000 y
- b) Del 25 de abril al 31 de mayo del año 2000.

De acuerdo con información de la Delegación Federal de la SEMARNAP en Michoacán, en el primer año de aplicación de esta veda, a pesar de la premura fue posible contener en un alto grado el esfuerzo pesquero durante el mes de mayo, periodo de mayor intensidad reproductiva de las especies, ya que un 80% de las organizaciones acataron la disposición. Paralelamente como apoyo a las organizaciones que suspendieron la actividad pesquera el FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido) y la Comisión de Pesca del Gobierno del Estado canalizaron recursos económicos para acciones del Programa de Empleo Temporal, dadas las condiciones socioeconómicas prevalecientes en la zona. Sin embargo, en tanto no se generen alternativas ocupacionales permanentes, el éxito de las vedas en los años subsecuentes está determinado por la programación y liberación oportuna de los recursos económicos para esta finalidad.

Análisis cuantitativo

Información disponible

Diversos trabajos se han realizado sobre la biología pesquera de las especies del lago de Pátzcuaro; entre éstos: Lizárraga (1981), García de León (1984, 1985), Pérez y García de León (1985), Rauda (1987), Morelos (1987), Arreguín-Sánchez y Orbe (1987), Lizárraga y Tamayo (1990), Jiménez (1992), García de León y Pérez (1996), Rojas (1993a, 1993b, 1995), Rojas *et al.* (1993a, 1993b, 1995) y Berlanga *et al.* (1997a, 1997b), Orbe (1999).

Tabla 2. **Parámetros poblacionales (estimados en 1991) de las principales especies del lago de Pátzcuaro, Mich.**

Especie	Parámetros poblacionales								
	L_{∞} (cm)	K año ⁻¹	t_0 año	M	Z	F	E	Lc (cm)	y/r
Acúmara	32.5	0.29	0.56	0.68	1.29	0.61	0.47	16.5	29.48
Carpa	95	0.22	0.33		-	-	-	-	-
Pescado blanco	44	0.26	0.57	0.58	2.24	1.66	0.74	16.4	14.66
Charal	14.77	0.44	0.45	1.13	3.85	2.72	0.71	7.5	0.38
Tilapia	25.5	0.27	0.68	0.67	1.14	0.47	0.41	11.5	31.8
Lobina									

Fuente: Orbe 1999.

Los periodos reproductivos se han descrito por varios autores, el periodo de mayor intensidad de casi todas las especies coincide en los meses de marzo a mayo (Tabla 3).

Tabla 3. **Periodos de reproducción de las principales especies comerciales del lago de Pátzcuaro, descritas por diversos autores.**

Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Fuente
Pescado blanco	X	X	X	X	X	X						X	Solórzano (1961); Rosas (1976); Peralta (1991), García de León (1994); Rosas-Monje (1994); Alfaro (1998), Orbe (1996, 1999).
Acúmara	X	X	X	X	X						X	X	De Buen (1944), Solórzano (1955), Rosas (1976), Ribera y Orbe (1990),
Charales		X	X	X	X								Jiménez (1992), Orbe (1999).
Godeidos	X			X	X	X	X				X	X	Mendoza (1962), Rosas (1976), Orbe (1999).
Achoque		X	X										Orbe (1999).
Lobina	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	Rosas (1977), Lara (1980), García de León (1994).

Modelo

Se adaptó un modelo bioeconómico para describir a la pesquería del lago de Pátzcuaro en el tiempo. Como variables de desempeño de la pesquería se utilizaron a la biomasa, la captura y el esfuerzo.

La pesquería se dividió en tres grupos categóricos en función de las características que distinguen a cada uno, el grupo de CHARALES comprende a todas las especies de charal, en donde las tallas varían de 6 a 14 cm de longitud, los parámetros de dinámica poblacional utilizados son de la especie *Chirostoma grandocule*, especie más abundante en el lago; el grupo de EXOTICAS, comprende las especies introducidas como la carpa, la tilapia y la lobina, las dos primeras son omnívoras, la tercera es carnívora, los parámetros de dinámica utilizados para este grupo es el de la carpa, especie mas abundante, el último grupo P. BLANCO comprende a la especie *Chirostoma estor* (Fig. 4).

El esfuerzo pesquero también se separó en tres grupos, en función de la selectividad y de la especie o grupo objetivo a la cual es dirigido, la unidad de esfuerzo utilizada fue el número de redes/año.

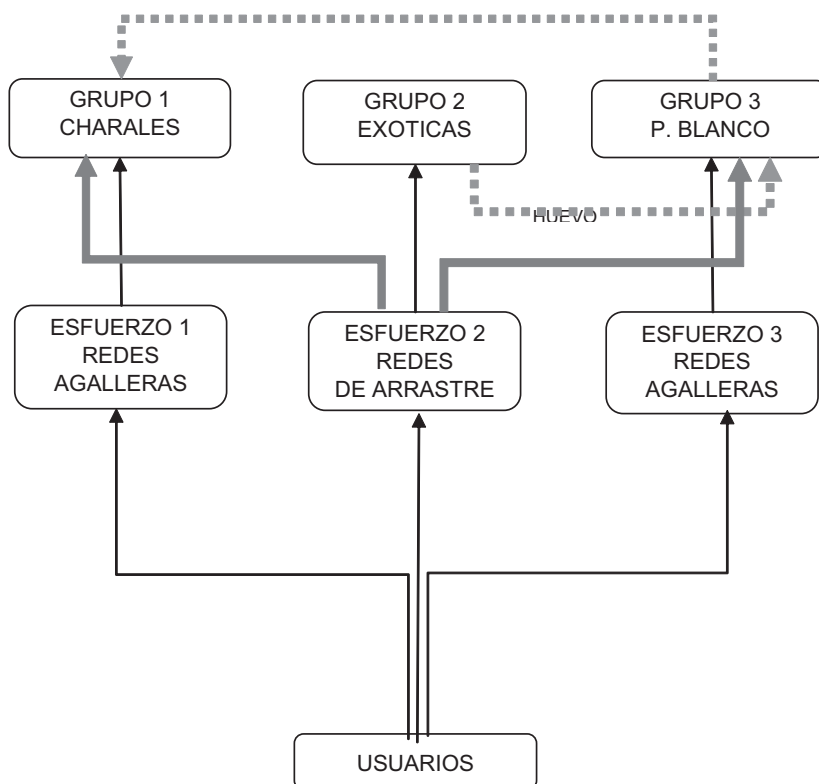


Figura 4. Relaciones biológicas y tecnológicas de la pesquería del lago de Pátzcuaro, Mich.

Para el análisis de la pesquería del Lago de Pátzcuaro se adoptó un modelo bioeconómico básico aplicado en pesquerías tropicales (Seijo et al., 1997). Las variantes utilizadas en este modelo parten del modelo logístico de crecimiento poblacional (Verhulst, 1838), y de la curva de rendimiento sostenible, en donde se incorpora el componente económico (Gordon,

1954). Para este caso se utilizaron los parámetros de las tablas 2 y 4.

En condiciones de explotación los cambios de la biomasa en el tiempo están en función de la captura y a los parámetros intrínsecos de la población de acuerdo a la siguiente expresión:

donde B es la biomasa de la población; r es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional; K es la capacidad de carga del sistema y C es la captura total de la pesquería.

Para la construcción del modelo de la pesquería del Lago de Pátzcuaro se considero el problema de multiespecie, así como la diversidad de artes de pesca.

Para resumir el problema multiespecie se tomaron en cuenta tres grupos en donde las especies se disgregaron de la siguiente manera: Grupo 1 (charales, Familia Atherinidae), organismos pelágicos de tallas moderadamente pequeñas; Grupo 2 (omnívoros, Familias Cyprinidae, Godeidae, Cichlidae y Centrarchidae), organismos preferentemente de hábitos bentónicos, de tallas medias a grandes; Grupo 3 (P. blanco, Familia Atherinopsidae) se distingue por ser un organismo carnívoro de tallas medias, y por su alto valor comercial.

La unidad básica de esfuerzo en pesquerías continentales es una red (Holden y Raitt, 1975), por su selectividad se formaron tres grupos de redes que intervienen en la captura de las diferentes especies, sin interdependencia tecnológica. Los registros oficiales que se utilizaron para comparar con la variable de estado que genera el modelo de simulación corresponden de la serie de 1981 a 2003.

La captura total de la pesquería (C_t) se obtiene de la sumatoria por las siguiente ecuación (Shaefer 1954):

$$C_t = \sum q_j B_j(t) f(t)$$

La variación del esfuerzo pesquero por grupo $f_j(t)$ se calculó utilizando la ecuación de dinámica del esfuerzo (Smith 1969):

$$f_j = f_{N-1} + (exen_j \cdot renta_j)$$

Donde f_{N-1} es el esfuerzo aplicado de un año anterior, $exen$ es el parámetro de dinámica de la flota y $renta$ es la renta económica de la pesquería.

La renta económica de la pesquería se obtuvo por la diferencia entre los ingresos netos (IT) menos los costos totales (CT).

Los ingresos totales de la pesquería IT se obtuvieron al multiplicar el precio de cada grupo de la tabla 1 (p) por la captura de cada grupo.

$$IT = \sum C_j \cdot p_j$$

Mientras que los costos totales se obtienen multiplicando el costo unitario del esfuerzo pesquero por el esfuerzo aplicado.

Tabla 4. **Parámetros de entrada al modelo bioeconómico básico para la pesquería del lago de Pátzcuaro.**

Parámetros biológicos /descripción		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
r	Tasa de crecimiento (anual)	0.4	0.6	0.26
k	Capacidad de carga (t)	5,500	7,000	1,100
q	Tasa de capturabilidad	0.0001787	0.000134	0.0000538
p	Precio/ton pesos.	10,000	6,000	160,000
Parámetros de inicialización				
B	Biomasa del stock	5,500	7,000	1,500
ESF	Esfuerzo inicial	1	1	1
Parámetros tecnológicos				
exen	Parámetro de dinámica de la flota	0.0000535	0.0000979	0.0000721
costos	Costo unitario (pesos)	112.5	90	150

Estado actual de la pesquería

Para observar el estado actual de la pesquería del Lago de Pátzcuaro se compararon las capturas observadas vs. las calculadas, mostrando que en los tres grupos o pesquerías considerados ya se ha rebasado el RMS (Fig. 5).

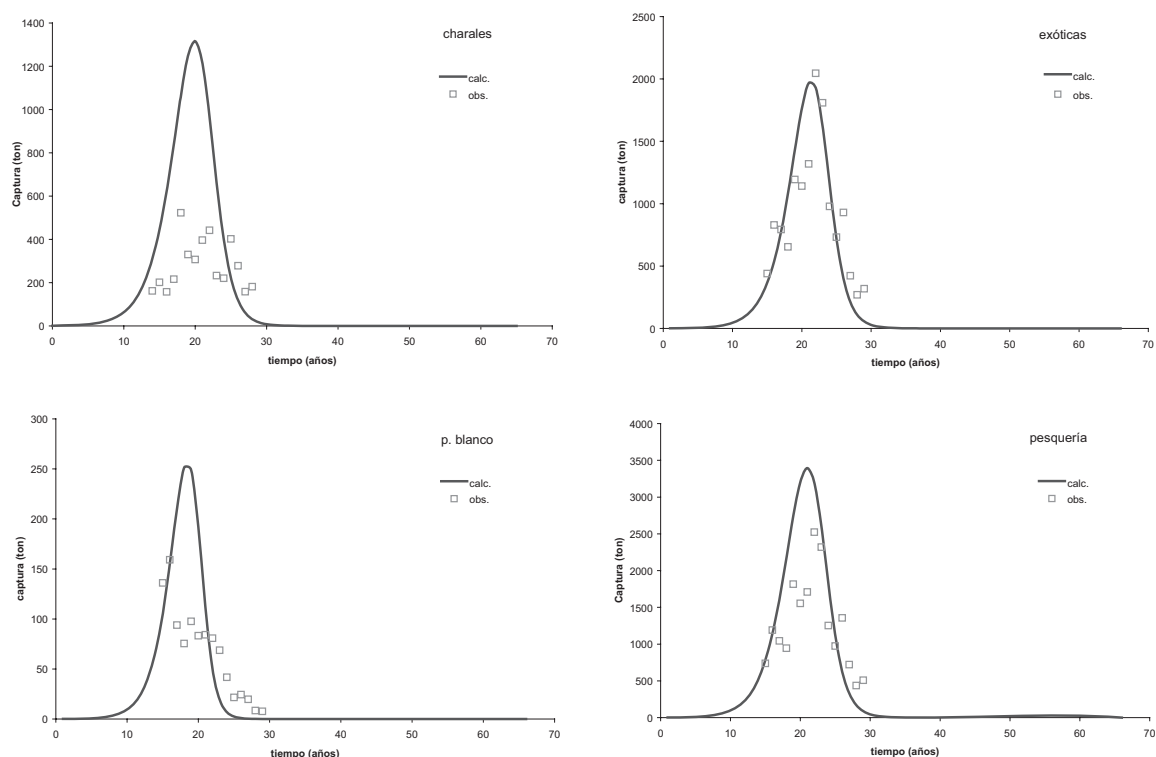


Figura 5. **Comparación de la captura calculada y observada por grupo o pesquería del Lago de Pátzcuaro, Mich.**

El mejor ajuste a los datos se observa en el grupo de las especies exóticas (tilapia, carpa y lobina). En el caso de los grupos de charales y pescado blanco el ajuste es menor, debido a lo mencionado anteriormente sobre el registro de la captura, ya que solo reporta el 10% del total de pescadores. Al sumar los tres grupos, se observa un mejor ajuste de la captura total.

El modelo predice que los niveles de biomasa (Fig. 6) en el tiempo pueden llegar a declinar de manera acelerada para todos los grupos debido principalmente a la condición de acceso abierto que domina en la pesquería del Lago de Pátzcuaro y a la falta de administración pesquera.

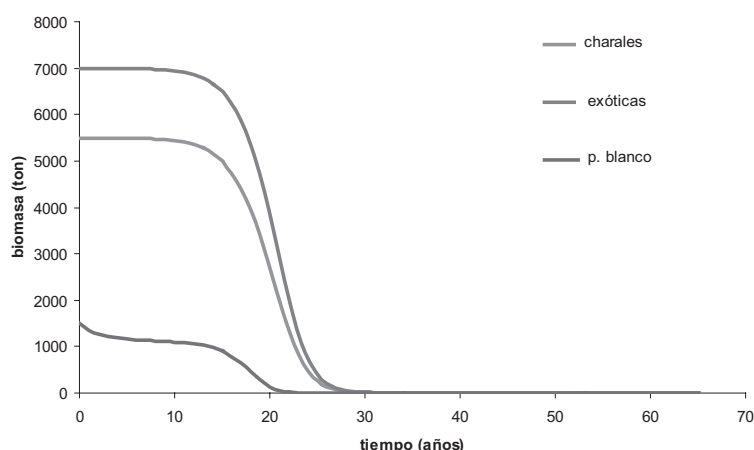


Figura 6. Niveles de biomasa de las principales pesquerías del lago de Pátzcuaro, Mich.

En cambio, se observa que el esfuerzo aumenta indiscriminadamente (Fig. 7) debido a los bajos costos de operación, y a las condiciones de acceso abierto, principalmente en la búsqueda de la especie de mayor valor comercial, reflejándose la preferencia en la captura de pescado blanco.

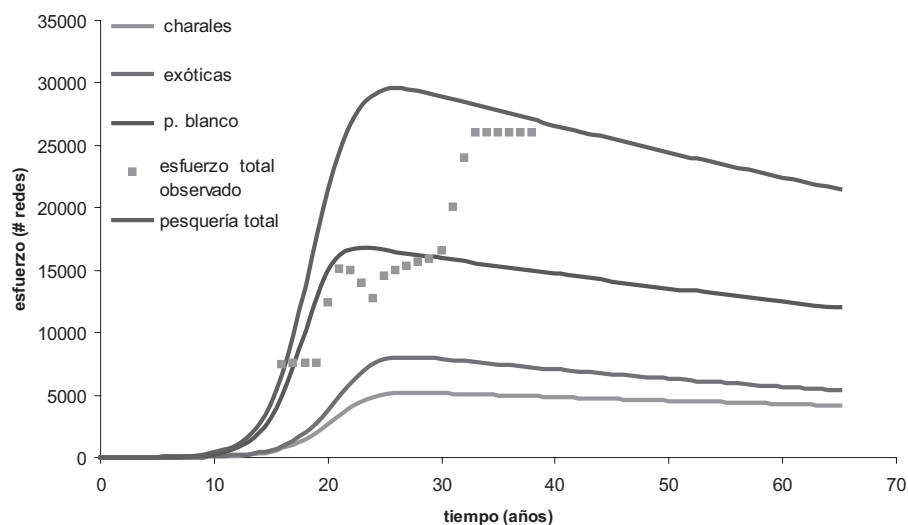


Figura 7. Comparación del esfuerzo calculado vs. observado (esfuerzo total) de las principales pesquerías y del lago de Pátzcuaro, Mich.

Otro indicador del estado de la pesquería es la renta generada (ganancia neta), en la simulación el pescado blanco es la especie que genera mayores ganancias, observando que todos los recursos después de 25 años de simulación no generan ganancias que sostengan a la pesquería (Fig. 8).

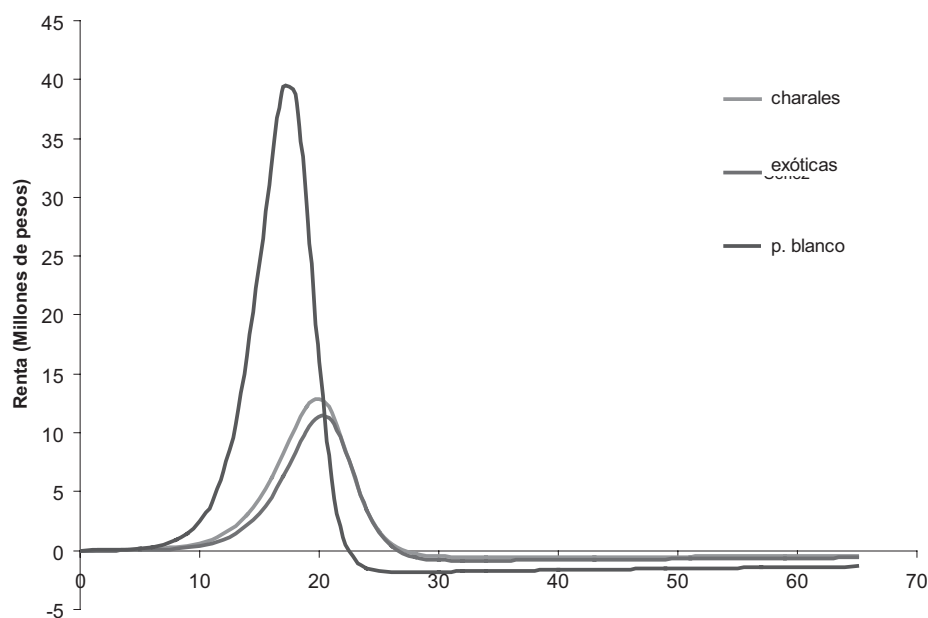


Figura 8. Renta generada por recursos pesqueros en el lago de Pátzcuaro, Mich.

Una medida de administración para el manejo de la pesquería es establecer un esfuerzo óptimo que garantice la renovación de biomasa. Para el modelo utilizado se tomó en cuenta el Rendimiento Máximo Sostenible como Punto de Referencia Límite (PRL).

Como variables analíticas se calcularon la captura al máximo rendimiento sostenible (RMS), y el esfuerzo óptimo al máximo rendimiento sostenible (E_{RMS}) y económico (E_{MRE}) para cada una de las pesquerías examinadas (Tabla 5).

Tabla 5. Variables analíticas para establecer algunas medidas de manejo para la pesquería del Lago de Pátzcuaro.

Captura (ton)		Esfuerzo (# de redes)		
Recurso	RMS	Recurso	RMS	MRE
charales	605	charales	1,231	1,217
exóticas	799	exóticas	2,239	2,203
p. blanco	68	p. blanco	2,416	2,378
Total	1,219	e. total	5,887	5,799

Cabe mencionar que en el Ordenamiento Pesquero del Lago de Pátzcuaro (Orbe *et al.* 2002) se estimó un esfuerzo óptimo por medio de un modelo de producción excedente de $E_{RMS} = 10,000$ redes. Este nivel duplica al encontrado en este trabajo, por lo que se sugiere disminuir gradualmente el esfuerzo pesquero actual hasta llegar al que se propone en este trabajo.

La producción pesquera actual no rebasa las 500 ton, debido a que la mayoría de los recursos pesqueros están sobreexplotados; la recuperación a mediano o largo plazo, solo resultará poniendo en práctica el plan de ordenamiento pesquero de manera inmediata, con la observación a todas las recomendaciones expuestas por Orbe *et al.* (2002) como las tallas mínimas para cada especie, cerrar a la pesca las zonas de reproducción, además de que se requiere de la voluntad política y social para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros.

PERSPECTIVAS:

La notable disminución en las capturas del lago de Pátzcuaro puede atribuirse principalmente al deterioro del embalse y a la sobrepesca.

Los procesos de eutroficación y “envejecimiento” del lago se han acelerado debido a la erosión con el consecuente azolve resultante de la deforestación de la cuenca (85,000 m³/año, SEMARNAP, 1997), al vertido de desagües domésticos y de industrias locales, como las de curtiduría, así como a la extracción de agua para usos doméstico y agrícola y a la entrada de agroquímicos (Toledo, 1988; Morales, 1992).

De Buen (1944b, 1944c), señaló un grado de sedimentación notable y la disminución del nivel de agua; también registró la presencia frecuente de diatomeas del género *Melosira* indicadora de ambientes eutroficados (Mason, 1984). Chacón (1992) señala la presencia de florecimientos de cianofíceas como *Merismopedia elegans*, *Anabaena* sp, *Oscillatoria* sp y *Coelosphaerium kuetzingianum*, presentes en zonas ricas en materia orgánica, especies que de acuerdo a Mason (1984) y Hillbricht-Ilkowska y Kajak (1986) y Kajak (1986) son indicadoras de eutroficación. La transparencia del agua ha disminuido notablemente desde los estudios de Matsui y Yamashita (1936) donde se reportaban de 2.0 a 2.4 m de profundidad del disco de Sechii, pasando por 0.27 a 1.2 m reportados por Mazari (1981) y 0.35 a 0.68 encontrados por Chacón (1989) y Chacón *et al.* (1991) hasta los 0.1-0.65 m en la actualidad (Bernal-Brooks, 1997). Este último autor indica que la transparencia y biomasa algal observadas son resultado de una contaminación generalizada, originada en el creciente vertido de aguas residuales y la resuspensión de sedimento por el viento, facilitada por la disminución en el nivel del agua. La eutroficación tiene como consecuencia cambios en la composición y en la producción de la ictiofauna. Generalmente, los carnívoros son los primeros afectados negativamente y la proporción de ciprínidos (carpas) tiende a aumentar al avanzar ésta.

Aunque no está cuantificada la importancia relativa de los factores ambientales como causa de la baja en las capturas, su influencia ha sido determinante en el lago de Pátzcuaro.

Es difícil separar los efectos ambientales arriba mencionados de los provocados por las actividades pesqueras. Existen algunos problemas en cuanto a la información disponible respecto a la captura y el esfuerzo. Aunque existen registros de captura de las especies de importancia comercial, una proporción considerable de algunas especies, como el tiro que se destina al autoconsumo, no se registra en las estadísticas pesqueras. Sin embargo, los estudios sobre biología pesquera que se han realizado en el lago, señalaron frecuentemente y desde hace bastante tiempo, el hecho de que el esquema de explotación pesquera no era el adecuado. Solórzano (1961) menciona que se colocaban agalleras en las áreas y periodos de reproducción del charal, capturando entre 15 y 30 kg de organismos por red al día (la mayoría maduros y no desovados).

De Buen (1944c) describe que la captura de charal con chinchorros se componía en buena parte (66%) de animales entre 2.0 y 5.0 cm y Jiménez y Gracia (1995) señalan que la talla media (al 50%) de selección en la captura de charales en Pátzcuaro es de 4.67 cm, mientras que la talla de primera madurez de *Chirostoma attenuatum* (charal prieto) es de 6.3 cm (Rojas *et al.* 1993a).

La captura de lobina en su mayor parte (82%) se componía de organismos menores a la talla de primera madurez (Lizárraga y Tamayo, 1990); en la *figura 2* de este trabajo se observa que a partir de 1991 la proporción de lobina en las capturas ha sido menor al 1%, cuando diez años atrás constituía la cuarta parte de éstas. Por su parte, para esta especie Toledo (1988) encontró una disminución en la talla de primera madurez provocada por el efecto de la sobrepesca.

Arreguín-Sánchez y Orbe (1987), a partir de Modelos de Rendimiento y con datos de seis años, calculan el RMS de cuatro especies del lago, obteniendo para el pescado blanco un RMS de 95.3 t el cual se alcanzó en 1981, para lobina negra 218.4 t alcanzado en 1982, para carpa 312.4 t registrado en 1982, y para charal 151 t alcanzado en 1981, cuando las capturas reales eran 50% por arriba de su RMS. Pocos años después, en 1986, se llegó al máximo de la captura histórica seguido del descenso en la producción pesquera que continúa hasta hoy. Cifras similares de Rendimiento Máximo Sostenible (1,200 t/año) se obtuvieron utilizando un modelo bioeconómico (INP, 2000).

En el documento ejecutivo titulado *Pátzcuaro, el Lago que Queremos* (Anónimo 1997) y en el que participan diversas instituciones, entre ellas PNUD, SEMARNAP, el Gobierno del estado de Michoacán y ONG's, se señala que los principales fenómenos de degradación ecológica detectados en la región son:

- 1) La tierra desnuda por la sobreexplotación de los bosques.
- 2) Los azolves en el lago por arrastre de los materiales erosionados.
- 3) La apertura de áreas agrícolas y pecuarias en terrenos con fuerte pendiente.
- 4) Un incremento desmedido de la actividad pesquera.
- 5) El flujo excesivo de aguas negras y de desechos agroquímicos que se vierten al lago.

6) El crecimiento no planeado de los asentamientos urbanos.

7) La mala disposición de sus desechos.

Además, en particular para el Lago se señalan, la mala calidad del agua, la pérdida de volumen de agua, pérdida de biodiversidad acuática, contaminación por desechos sólidos, contaminación por tóxicos y azolve.

Estrategias de manejo

Dado lo anterior, se hace evidente que el lago de Pátzcuaro se encuentra en un estado de franco deterioro debido a la degradación de toda su cuenca, haciéndose necesario y urgente la implementación de un programa de ordenamiento ecológico. Éste debe de incluir tanto en su planeación como en su ejecución acciones encaminadas hacia el desarrollo sustentable con un enfoque de co-manejo (Ortega y Cisneros, 1999). Este último se define como el manejo de bienes comunes en donde las comunidades locales incorporan sus conocimientos tradicionales para ser co-responsables de la explotación y manejo de sus propios recursos. Las decisiones son tomadas por comités en donde participan tanto los lugareños como las autoridades gubernamentales.

El programa de ordenamiento ecológico deberá incluir entre otras acciones la reforestación de las zonas desnudas; la rehabilitación de las zonas erosionadas; la ubicación de áreas agrícolas y pecuarias alternativas; la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales; la recuperación, reciclado y tratamiento de desechos domésticos, agrícolas y artesanales y la recuperación de agua de lluvia.

En particular, en cuanto a los recursos pesqueros, si la explotación se sigue ejerciendo en forma desordenada, en muy pocos años la pesca desaparecerá como actividad productiva de la zona. Es urgente que se lleven a cabo sobre todo acciones de protección y recuperación entre las que incluyen:

- Realizar estudios biológico-pesqueros con enfoque multiespecífico a fin de establecer las bases científicas para el manejo de dichos recursos.
- Regularizar el esfuerzo pesquero. A pesar de que el uso del chinchorro no está autorizado, aún se utiliza en la zona, por lo que debe eliminarse por completo.

El haber rebasado el RMS de la pesquería indica que se necesita de una estrategia de manejo para su recuperación. En estos momentos las estrategias mas adecuadas son limitar el esfuerzo a aplicar e instrumentar los períodos de vedas y tallas mínimas de captura que contiene el Ordenamiento Pesquero del Lago de Pátzcuaro (Orbe *et al.* 2002).

En la tabla 1 se establece el E_{RMS} y el E_{MRE} para cada una de las pesquerías, por lo que se recomienda que el límite para el esfuerzo para la pesquería del lago de Pátzcuaro no exceda de $E_{RMS} = 5,900$ redes/año.

Se crearon los escenarios con la estrategia de manejo anteriormente establecida, por lo que el modelo predice que la captura se hubiera mantenido en 1,200 ton aproximadamente, si el esfuerzo total hubiera sido de 5,900 redes operando en todo el lago (Fig. 9).

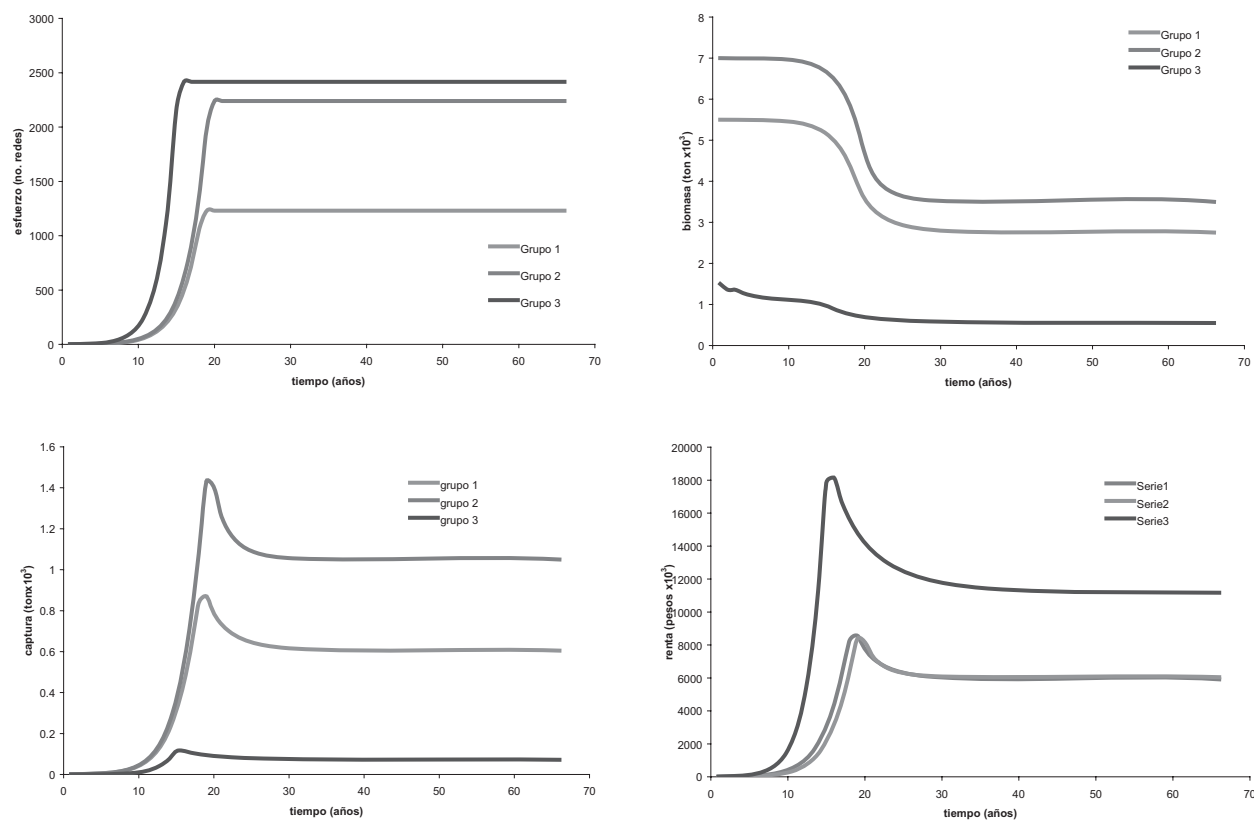


Figura 9. **Variables de estado para la pesquería del lago de Pátzcuaro con la aplicación de permisos para la entrada de redes al lago de Pátzcuaro.**

Además se debe reglamentar el número y tipo de redes agalleras, así como respetar las tallas mínimas de captura, a fin de evitar la captura de organismos inmaduros. Orbe *et al.* (2002) proponen las siguientes aberturas de malla y tallas mínimas por especie Tabla 6.

Especie	Talla mínima (cm)	Abertura de malla en redes agalleras (pulgadas).
Charal	7	0.5
Pescado blanco	20	1.5
Acúmara	20	2.5
Tilapia	20	3.5
Lobina	26	3.5
Carpa	-	6

Adicionalmente se recomienda.

- Establecer áreas de reserva, en las zonas de reproducción y crianza de las especies nativas (fig. 9).
- Fomentar el respeto, aceptación y cumplimiento de las vedas establecidas en concertación con los pescadores.
- Proponer la concesión de las zonas de pesca, a fin de que las comunidades vecinas adquieran la responsabilidad de su uso y protección.
- Continuar con el desarrollo de proyectos de acuacultura a fin de obtener la biotecnología para el cultivo de las especies nativas.
- Aplicar un plan de asistencia técnica y legal para los pescadores.
- Implementar un programa de capacitación para el desarrollo sustentable.
- Llevar a cabo acciones de control y vigilancia de acuerdo a la normatividad y con el reconocimiento legal de los comités.
- Conocer la dinámica de mercado de los productos pesqueros, los factores que la controlan y sus canales de comercialización.
- Realizar estudios socioeconómicos de la comunidad ribereña e isleña para conocer su estrategia de sobrevivencia (Rojas, 1992), para así poder establecer un programa de mejoramiento de la calidad de vida. Este vinculará a los pescadores con otros sectores productivos, salud y educación para que cuenten con otras alternativas real de empleo y servicios que se traduzcan en una mejor calidad de vida y consecuentemente en una disminución de la presión de pesca.

Orbe *et al.* (2002) establecen 5 zonas de reproducción importantes (Fig. 10):

Zona I Ichupio-Tzintzuntzan-Tzucurio. Desde el frente de la casa de Don Diego, rumbo al norte hasta el límite con Tzucurio, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.

Zona II San Jerónimo-Sta Fe. Desde Punta La Loma hasta rumbo a San Jerónimo hasta estar frente a la Iglesia de San Jerónimo, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.

Zona III Zacuapio-San Andrés-Oponguio. Desde Punta Zacuapio, rumbo al sur hasta llegar al límite entre San Andrés y Oponguio, frente al Kiosco de Oponguio, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.

Zona IV Puacuario. Desde el Límite Norte hasta el límite Sur de Puacuario, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.

Zona V Rancho Santiago. Desde el límite sur hasta el límite norte de Rancho Santiago, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.

Actualmente sólo funciona una zona que comprende la Isla de Yunuen, los pescadores por voluntad y acuerdo con las autoridades accedieron a marcar esta zona con boyas de señalamiento, la zona comprende toda la isla hasta 100 m de la orilla a la zona de emboyamiento, los pescadores realizan actos de vigilancia, impidiendo el paso a los pescadores, funcionando todo el año.



Figura 10. Zonas de reproducción de especies nativas del lago de Pátzcuaro, Mich.

La vegetación forma una franja continua alrededor del lago, en la parte externa y muy cerca de tierra firme se desarrolla una comunidad densa de raicilla, platanillo, tule, espadaña y chuspata, conocida como tular. Conforme aumenta la profundidad del agua, esta comunidad se hace menos densa y se substituye por plantas acuáticas con hojas flotantes como lirio, ninfa y flores de agua; ya en niveles más profundos se encuentran plantas acuáticas sumergidas como bejuquillo, zacate y putzuri de hoja ancha (Zamudio, 1992), es en la zona de mayor vegetación en donde se detectaron estas zonas de reproducción y crianza.

Campos de colaboración

Los proyectos de desarrollo que se han realizado en el Lago de Pátzcuaro fueron concebidos como la solución a los problemas desde un punto de vista meramente técnico. Por esta razón se desconocen sus efectos sobre la totalidad de la vida social y ecológica del sistema que forma la cuenca del lago. En respuesta a la situación crítica que existe en la actividad pesquera del Lago de Pátzcuaro, las autoridades rectoras del sector se han venido reuniendo con dirigentes de organizaciones y autoridades municipales para “establecer un programa de administración de las pesquerías del lago” (SEMARNAP, 1996). Como resultado de esas consultas se generó un convenio para ordenar las actividades pesqueras en el lago y un Programa de Ordenamiento Pesquero para el Lago de Pátzcuaro.

A partir de 1997, la SEMARNAP y el Gobierno del estado de Michoacán fomentaron la constitución del Comité Técnico de Pátzcuaro, para el diagnóstico de la problemática y definición de las líneas de acción de 41 instituciones y organizaciones en la cuenca. En 1998 éste Comité formuló y consensó la propuesta de lineamientos del Programa de Desarrollo Regional Sustentable. Está en proceso la integración del expediente para la emisión de la Norma Oficial Mexicana para el Ordenamiento Pesquero del Lago de Pátzcuaro y se ha constituido el Subcomité de Pesca del Lago de Pátzcuaro.

A finales de 1999 se firmó un acuerdo de concertación entre el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y la SEMARNAP, para frenar el deterioro de la Cuenca de Pátzcuaro y ejecutar los siguientes programas:

1. Conservación y restauración comunitaria de suelos
2. Saneamiento ambiental
3. Registro de generadores de residuos peligrosos y bioinfecciosos
4. Dragado
5. Conservación y manejo de la vida silvestre
6. Ordenamiento pesquero
7. Sanidad forestal
8. Prevención y combate de incendios forestales
9. Ordenamiento de la industria forestal
10. Dendroenergía
11. Ordenamiento ecológico territorial
12. Subprograma de difusión y promoción

El Lago de Pátzcuaro constituye el nivel base de la cuenca, por lo que es el receptor de los efectos de su alteración y manejo. El necesario enfoque integral, a través de la Coordinación Interinstitucional para la solución de la problemática de la cuenca, lo cual repercutirá eventualmente en el mejoramiento de las condiciones ambientales del embalse y por consiguiente de su pesquería. Sin embargo, es evidente que la pesca es de las más afectadas por efecto de la multiplicidad de actividades desordenadas que se dan en la cuenca.

Por lo tanto, es urgente la ejecución de los programas que cuanto antes lleven, tanto a los recursos como a los habitantes ribereños e isleños del Lago de Pátzcuaro, a un desarrollo sustentable.

REFERENCIAS

- Alaye R., N. 1993. Hematología de aterínidos de agua dulce: género *Chirostoma* spp del lago de Pátzcuaro, Mich. Ciencia Pesquera 10: 97-109.
- Anónimo. 1990. Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10,000 hectáreas y nivel de aprovechamiento: Lago de Pátzcuaro, Informe Final SEPESCA Biotecs XXI. (inédito).
- Anónimo. 1997. Pátzcuaro, el Lago que Queremos. Informe sobre el estado de avance hacia el desarrollo sostenible en la región de la cuenca de Pátzcuaro. (inédito).

- Arreguín-Sánchez, F. y A. Orbe. 1987. Sobre el estado actual de la explotación de los recursos pesqueros del Lago de Pátzcuaro y la Presa Adolfo López Mateos. *En: Investigaciones para el manejo y administración racional pesquerías tropicales. Primer Informe parcial. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad Mérida.* (inédito).
- Barbour, C.D. 1973a. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): a species flock from Mexican plateau. *Copeia* 3: 533-356.
- Barbour, C.D. 1973b. The systematics and evolution of genus *Chirostoma* Swainson (Pisces: Atherinidae). *Tulane Stud. Zool. Bot.* 18:97-141.
- Barbour, C.D. y R. R. Miller. 1976. A revision of the Mexican Cyprinid fish genus *Algansea*. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan* 155:1-72.
- Barrera-Bassols, N. 1992. Ecogeografía. *En: Toledo, V.M., P. Alvarez-Icaza & P. Avila. (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México.* pp: 11-36.
- Berlanga Robles, C., M. R. Nepita Villanueva y A. Ruiz Luna. 1997a. Evaluación preliminar de la edad y crecimiento del tiro *Goodea atripinnis luitpoldi* (Jordan, 1879) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Res. V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin., 3 al 5 de febrero de 1997.*
- Berlanga Robles, C., A. Ruiz Luna, M. R. Nepita Villanueva y J. Madrid Vera. 1997b. Estabilidad y diversidad de la composición de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Rev. Biol. Trop.* 45(4): 1553-1558.
- Bernal-Brooks, F. 1997. El lago de Pátzcuaro: Distribución de las poblaciones ícticas en relación a variables físicas, químicas y biológicas del medio acuático. *Reporte de Avances. Facultad Ciencias, Programa de Doctorado (Biología) UNAM, México.* (inédito).
- Chacón T., A. 1992. El Ecosistema Lacustre. *En: Toledo, V.M., P. Alvarez-Icaza & P. Avila. (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México.* pp: 37-70.
- Chacón T., A., C. Rosas Monge y L. L. Ríos Frías. 1996. Aspectos reproductivos de la acúmara (*Algansea lacustris* Steindachner, 1895, Pisces: Cyprinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Zoología Informa* 34: 27-47.
- De Buen, F. 1944a. La fauna del lago de Pátzcuaro y el medio en que vive. *Rev. México Forestal* 22: 1-23.
- De Buen, F. 1944b. Los lagos michoacanos. II. Pátzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 5 (1-2): 99-125.
- De Buen, F. 1944c. Limnobiología de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. Mex.* 15 (1): 261-312.
- De Buen, F. 1947. Investigaciones sobre ictiología mexicana I: Catálogo de peces de la región Neártica en suelo mexicano. *An. Inst. Biol. Mex.* 18:257-348.
- Díaz-Pardo, E. y D. Ortiz-Jiménez. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichtys viviparus* (Pisces: Goodeidae). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* 30: 45-66.
- Espinosa Pérez, H., M. T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes Mata. 1993. Listados Faunísticos de México III: Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Instituto de Biología, UNAM, México.
- García de León, F. J. 1984. Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Nuevo León, México.
- García de León, F. J. 1985. Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el lago de Pátzcuaro, Mich., Méx. *Bol. Coord. Inv. Cient., Univ. Mich. San Nicolás de Hidalgo* 8: 8-15.

- García de León, F. J. y V. H. Pérez. 1996. Aspectos poblacionales de *Chirostoma estor* Jordan (pescado blanco) y *Micropterus salmoides* Lacépède (lobina negra) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Cuad. Mex. Zool. 2 (1): 31-39.
- García Ortega, R., 1994. Relaciones alimenticias entre cuatro especies simpátricas de peces de la familia Atherinidae, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Res. IV Congreso Nacional de Ictiología. Morelia, Mich.
- García-Ureña, G. 1996. Desarrollo embrionario del achoque (*Ambystoma dumerili*) del Lago de Pátzcuaro. CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (inédito).
- Gómez-Ríos, J.G. 1989. Estudio histológico del aparato reproductor masculino del "Achoque" (*Ambystoma dumerili* Dugés) urodelo del Lago de Pátzcuaro. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Gordon, H.S: 1954. The economics of a common property resource: the fisherie. J. Polit. Econ. 62:124-142.
- Gutiérrez-Hernández, A. 1999. Peces dulceacuícolas mexicanos XVII: *Chirostoma attenuatum* (Atheriniformes: Atherinopsidae). Zoología Informa 41:29-38.
- Hillbricht-Ilkowska, A. y Z. Kajak. 1986. Parametry i wkaazniki przidatne do kontroli zmian funkcjonalnych i strukturalnych w ekosystemach jeziornich ulegajacych procesowi eutrofizacji. En: Monitoring Ekosystemów Jeziornych. Ossolineum, Varsovia.
- INP. 2000. El Lago de Pátzcuaro. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1997-1998. SEMARNAP. pp:615-650.
- Jiménez Badillo, M. L. 1992. Estimación de los parámetros de crecimiento del charal pinto *Chirostoma patzcuaro* (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro. Res. III Congreso Nacional Ictiología. Oaxtepec, Mor.
- Jiménez Badillo, M.L. y A. Gracia. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de charales (*Chirostoma* spp) (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich. An. Inst. Biol. Ser. Zool. 66(2): 205-231.
- Kajak, Z. 1986. Biologia wód sródladowich. Narodowe Wydawnictwo, Rolmicze i lesme, Varsovia.
- Lara, A. 1980. Introducción de nuevas especies al lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. Mem. II Simposio Latinoamericano de Acuicultura. I: 491-524.
- Lizárraga, E. Y. 1981. Composición de tallas, pesos, sexos y relaciones biométricas de pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan 1879), a partir de la captura comercial en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Biólogo Marino. CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S. México.
- Lizárraga, E. Y. & P. Tamayo. 1990. Relaciones biométricas de lobina negra (*Micropterus salmoides*, Lacépède), en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Compendio de Estudios de Investigación del lago de Pátzcuaro, Michoacán. INP, SEPESCA, México.
- López Arriaga-Saavedra, C. I. 1990. Estudio histológico del aparato reproductor femenino del "achoque" (*Ambystoma dumerili* Dugés) urodelo del Lago de Pátzcuaro. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Mares B., L. G. 1987. Incubación de pescado blanco en jaulas en el Lago de Pátzcuaro, Mich. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Mares B., L.G. 1990. Densidad óptima de incubación de pescado blanco *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Mares B., L. G. & J. J. Morales P. 1993. Cultivo de crías de pescado blanco *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).

- Mares B.L.G., Morales P.J., Hernández Z.N., Sabanero M.S. y León J.F. 1999. Comportamiento de reproductores de pez blanco en cautiverio. En: IV Reunión Nacional de Redes de Investigación en Acuicultura. Memorias. Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. Pp129-134.
- Mares B.L.G., Morales P.J.J 2003. Contribución al estudio del cultivo de pescado blanco *Chirostoma estor* en el Centro Regional de Investigación Pesquera Pátzcuaro, Michoacán. En: Historia y Avances del cultivo del pescado blanco. INP Sagarpa p: 143-152.
- Mason, C. F. 1984. Biología de la contaminación del agua dulce. Alhambra, Madrid, España.
- Mazari Hiriart, M. 1981. Evaluación de la calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico y fisicoquímico en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Mendoza, E. 1962. The reproductive cycles of three viviparous teleosts, *Alloophorus robustus*, *Goodea luitpoldii* and *Neophorus diazi*. Biol. Bull. 123(2): 351-365.
- Morales, P., J.J. 1992. Caracterización de algunos aspectos ecológicos vinculados con la productividad pesquera en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Morales P., J.J. y L.G. Mares B. 1991. Crecimiento y sobrevivencia del pez blanco en etapa larval con dos tipos de alimento. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Morelos, M. 1987. Contribución al conocimiento de la biología del "charal prieto", *Chirostoma attenuatum* Meek (1902) del lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. México.
- Orbe, A. y J. Acevedo. 1992. Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Orbe, A. y J. Acevedo. 1996. Ordenamiento Pesquero del lago de Pátzcuaro, Mich. México. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (inédito).
- Orbe, A., J. M. Grande Vidal y A. Rodríguez Casillas. 1988. Evaluación de la selectividad del chinchorro en el lago de Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Orbe, M. A, J. Acevedo G. y J. Lions 2002. Lake Pátzcuaro Fishery Management Plan. Reviews in Fish Biology and Fisheries. Kluwer Academic Publishers. 12(2-3):207-217.
- Ortega, D. y M.A. Cisneros Mata. 1999. Propuesta metodológica para el ordenamiento pesquero. Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Pérez, V. H. y F. García de León. 1985. Edad y crecimiento de *Chirostoma estor* Jordan (pescado blanco) y *Micropterus salmoides* Lacépède (lobina negra), en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Biológicas 1: 23-48.
- Rauda, J. 1987. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del charal pinto *Chirostoma patzcuaro* Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro. Tesis Profesional. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. México.
- Rivera López, H. y A. Orbe Mendoza. 1990. Contribución al conocimiento de la biología, cultivo y pesquería de la acúmara (*Algansea lacustris*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. En: De la Lanza-Espino, G. & J. L. Arredondo Figueroa. (comps). La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción. Instituto de Biología, UNAM. México. pp: 41-54.
- Rodríguez, C. A. 2003. Reserva de conservación ecológica de pez blanco *Chirostoma estor* y acúmara *Algansea lacustris*. En: Historia y avances del cultivo de pescado blanco. SAGARPA INP. 213-220.

- Rojas, P. 1986. Experiencias preliminares de incubación de *Chirostoma estor* en un sistema cerrado de recirculación de agua. Mem. Primer Simposio Nacional de Acuacultura. Pachuca, Hgo.
- Rojas, P. 1988. Cultivo de pescado blanco *Chirostoma estor*. En: Informe de Labores 1986-1988. CRIP Pátzcuaro. pp:8-18. (Inédito).
- Rojas, P. 1992. La producción pesquera. En: Toledo, V.M., P. Alvarez-Icaza & P. Avila. (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. pp: 135-158.
- Rojas, P. 1993a. Determinación de los ciclos de madurez gonádica de las especies de charal del lago de Pátzcuaro. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico (1er. Semestre) del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Rojas, P. 1993b. Determinación de los ciclos de madurez gonádica de las especies de charal del lago de Pátzcuaro. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico (2° semestre) del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Rojas, P. 1995. Determinación de los parámetros de crecimiento, mortalidad, reclutamiento y rendimiento del charal prieto *Chirostoma attenuatum* Meek (1902) del lago de Pátzcuaro. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Rojas, P., 2000. Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco *Chirostoma estor* Jordan. Informe final CONACYT. No. Ref. 1185P-B9507. (inédito).
- Rojas, P., J. Sánchez R. & J. F. Barba T. 1992. Determinación de la temperatura óptima de incubación del pescado blanco *Chirostoma estor*. Res. III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec, Mor.
- Rojas, P., G. Mares & M. L. Jiménez. 1993a. Estudio de algunos aspectos biológicos del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro como base para su administración y cultivo. CRIP Pátzcuaro. Informe Técnico Final del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Rojas, P., L. Jiménez, P. Toledo & G. Mares. 1993b. Estimación de parámetros de crecimiento y ciclo de madurez gonádica del charal blanco, *Ch. grandocule* Steindachner, 1894 (Pisces, Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Ciencia Pesquera 10: 69-77.
- Rojas, P., L. G. Mares Baez & M. P. Toledo Díaz. 1995. Abundancia relativa, estructura de tallas y proporción sexual de las especies del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro. Res. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia, Mich.
- Rosas, M. 1976a. Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. Simposio Pesquerías de Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. pp: 299-366.
- Rosas, M. 1976b. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Secretaría de Industria y Comercio. INP/SEPESCA. México.
- Rosas, M. 1982. Biología Acuática y Piscicultura en México. Secretaría de Educación Pública, Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. México.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to management of commercial marine fisheries. Bull. Inter-American. Trop. Tunna Comm. 1:27-56.
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca NO. 368. Roma FAO 176p.
- Smith, V.L. 1969. On models of commercial fishing. J. Polit. Econ. 77:181-198.

SEMARNAP. 1996. La pesca en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Oficina Regional en Pátzcuaro. (Inédito).

SEMARNAP. 1997. La cuenca del Lago de Pátzcuaro, Situación y Perspectivas. (inédito).

Smith, M.L. y R.R. Miller. 1987. *Allotoca goslinei*, a new species of goodeid fish from Jalisco, Mexico. *Copeia* 1987(3):610-616.

Solórzano, A. 1955. La pesca en el lago de Pátzcuaro, Michoacán y su importancia económica regional. Dirección General de Pesca. Secretaría de Marina, México. (Inédito).

Solórzano, A. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro (*Chirostoma bartoni*, Jordan & Evermann, 1896). Tesis Biólogo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

Solórzano, A. 1963. Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Dirección General de Pesca. Secretaría de Marina, México. (Inédito).

Toledo, M. P. 1988. Foraging by largemouth bass (*Micropterus salmoides*) on atherinids (*Chirostoma* spp) in lake Pátzcuaro, Michoacán, México. Master of Science Thesis, School of Natural Resources, Fisheries. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan.

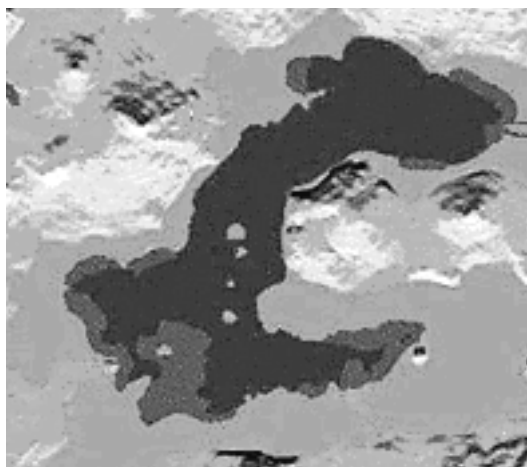
Toledo, V. M. 1992. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido. En: Toledo, V.M., P. Alvarez-Icaza y P. Avila. (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. pp: 5-9.

Toledo, V. M. y A. Argueta. 1992. Cultura indígena y ecología. En: Toledo, V.M., P. Alvarez-Icaza & P. Avila. (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. pp:219-238.

Toledo, V.M., J. Caballero, C. Mapes, A. Argueta, N. Barrera & M.A. Nuñez. 1980. Los purépechas de Pátzcuaro: una aproximación ecológica. *América Indígena* 40: 17-37.

Verhulst, P.F. 1838. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. *Corresp. Math. Phys.* 10:113-121.

Webb, C.A. 1998. A phylogenetic analysis of the Goodeidae (Teleostei: Cyprinodontiformes). Ph. D. Thesis. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Camarón
 La pesquería de Camarón
 La pesquería de Camarón

Camarón del
 Golfo de México
 Mar Caribe

Camarón
 Camarón
 Camarón
 Camarón
 Camarón

Camarón

BREVIARIO

Camarón del Golfo de México y Mar Caribe	
Especie:	Camarón blanco (<i>Litopenaeus setiferus</i>), camarón café (<i>Farfantepenaeus aztecus</i>), camarón rosado (<i>F. duorarum</i>), camarón rojo (<i>F. brasiliensis</i>), camarón siete barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) y camarón roca (<i>Sicyonia brevirostris</i>). • Pesquería secuencial: artesanal en lagunas, semi-tecnificada en áreas costeras e industrial en altamar. • Reclutamiento altamente variable año con año. • Reclutamiento estacional con dos periodos pico al año, dominando uno de ellos, siendo diferente el patrón para cada especie. • Las poblaciones de camarón blanco y rosado presentan niveles de abundancia muy bajos. • Una alta proporción de la captura por lance corresponde a captura incidental, variando entre regiones.
Tendencia de la captura:	• Captura en 2002: 16,278 t, 53 % con respecto al máximo histórico en 1977: 30,725 t Para Tamaulipas y Veracruz: 12,585 t, Sonda de Campeche: 3,589 t, Contoy: 119 t. Con respecto al máximo histórico: 82%, 16% y 20 % respectivamente
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	• Manejo de indicadores de productividad de la pesquería de camarón (IPPC) • Seguimiento de cohortes para finalizar periodos de veda (Tamaulipas)
Estado de la Pesquería:	• Aprovechada en el rendimiento máximo sostenible: camarón café; el camarón rojo y camarón roca, el camarón blanco y el camarón rosado muy deteriorados.
Objetivo de las medidas:	• Prevenir sobrepesca de crecimiento y de reclutamiento.



Camarón del Golfo de México y Mar Caribe

Armando T. Wakida-Kusunoki¹

Rafael Solana Sansores²

Martha Eréndira Sandoval Quintero³

Gabriel Núñez Márquez¹

Jaime Uribe Martínez⁴

Alejandro González Cruz⁵

Margarita Medellín Ávila⁵

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Ciudad del Carmen

Héroes del 21 de Abril s/n, esquina Calle 26, Playa Norte,

C.P. 24100, Ciudad del Carmen, Campeche

²Dirección General de Investigación Pesquera del Atlántico

Ejército Mexicano 106, Colonia Ex Hacienda Ylang Ylang

C.P. 94298, Boca del Río, Veracruz

³Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos

Calle Matamoros 7, Esquina Hidalgo

C.P. 77500, Puerto Morelos, Quintana Roo

⁴Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma

Kilómetro 5, Carretera Campeche Lerma

C.P. 24500, Campeche, Campeche

⁵Centro Regional de Investigación Pesquera de Tampico

Prolongación Calle Altamira s/n, Isleta Pérez,

C.P. 89000, Tampico, Tamaulipas

LA PESQUERÍA.

IMPORTANCIA

En el litoral del Golfo de México y Mar Caribe, la pesquería de camarón es la tercera en cuanto a volumen después de la mojarra y el ostión. Sin embargo, tanto el valor económico de la producción como la infraestructura usada en su explotación y procesamiento, hacen a esta pesquería la más importante de este litoral. La captura de camarón del Golfo de México y el Caribe comprende el 27% del total nacional. En 1995 las 772 embarcaciones camaroneras arrastreras eran casi el 52% de los 1,465 barcos dedicados a la pesca de altura en el Golfo de México y el Caribe, superando a la flota escamera (SEMARNAP, 1996). En este litoral la explotación se lleva a cabo en tres zonas de importancia:

- Noroeste del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz)
- Sonda de Campeche (Tabasco y Campeche)
- Caribe mexicano (Quintana Roo)

Aunque existe una importante movilidad de flotas entre estas tres regiones y su administración debe concebirse como conjunta, éstas se distinguen en aspectos importantes como son las especies aprovechadas, su grado de explotación y la magnitud de los rendimientos.

La importancia relativa de estas zonas ha variado en los últimos diez años. En ese periodo, el noroeste del Golfo de México (Tamaulipas y norte de Veracruz) pasó del 38 al 64% del total de la captura en el litoral (SEMARNAP, 1996), esto debido principalmente a la disminución de la captura en la Sonda de Campeche. (Fig. 1). En la zona del noreste del Golfo de México, la captura se compone de 95% de camarón café (*F. aztecus*) y el 5% restante por camarón blanco y camarón rosado (Castro, 1982), Veracruz aporta el 7% de la producción del litoral (Schultz *et al.* 1997) y Tamaulipas el 67% restante (SEMARNAP, 1998).

La Sonda de Campeche llegó a producir el 90% del volumen de captura en el litoral en 1963 y 1964 (FAO, 1978), pero luego de contribuir con cerca del 50% de esta producción, en 1990 cedió el primer lugar a Tamaulipas (SEMARNAP, 2000) y en el 2001 aportó el 25% (SAGARPA, 2002). La captura de “camarón de línea” de las especies blanco (*L. setiferus*), café (*F. aztecus*) y rosado (*F. duorarum*), es la de mayor importancia comercial en esa zona (11, 30 y 59% respectivamente de la producción con calidad para exportación registrada entre 1990 y 2003). Sin embargo, otras especies tienen relevancia desde el punto de vista social, por el número de pescadores dedicados a la actividad. Por ejemplo, la pesca del camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) es una actividad económica importante en la región de Isla del Carmen, y aporta alrededor del 34% de la captura total de camarón reportada en Campeche.

La pesquería del Caribe (Quintana Roo) tiene una importancia relativamente reducida a nivel del litoral (apenas 1.1% de las capturas totales de éste son registradas en Quintana Roo, aunque una porción importante de lo capturado en esta zona es registrada en Campeche por la flota de ese estado); sin embargo, es la segunda actividad pesquera de mayor importancia a nivel local y la primera por su infraestructura pesquera instalada en el estado. Las capturas para el camarón rojo sin cabeza fueron en el 2001 de 147 t, para el 2002 de 28 t y para el 2003 de 68 t y para el camarón de roca fue en el 2001 de 107 t, en el 2002 de 17 t y en el 2003 de 147 t. Esta pesquería se dirige básicamente a la captura de camarón rojo (*F. brasiliensis*) y secundariamente al camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*).

Fue en 1940 cuando se inició la pesquería de camarón en altamar. Comenzó en el litoral de Tamaulipas con embarcaciones norteamericanas que eran alquiladas por empresarios mexicanos o registradas a nombre de cooperativas mexicanas. Uribe-Martínez (1994) señala que en la Sonda de Campeche, la pesca exploratoria de camarón blanco fue realizada por japoneses en los años treinta, pero fueron los estadounidenses quienes comenzaron la pesca en escala comercial en 1947 y como en el caso de Tamaulipas, algunos de sus barcos eran contratados por empresarios mexicanos de Ciudad del Carmen. Las primeras embarcaciones mexicanas iniciaron sus operaciones en esa ciudad en 1949 y en el puerto de Campeche en 1951. La pesquería en el Caribe se inició hasta mediados de los años sesenta, pero se consolidó siete o diez años más tarde, con la construcción de mejor infraestructura (Soto *et al.* 1982).

Durante los primeros 20 años de la pesquería, la flota mexicana compartió el recurso con la norteamericana y la cubana (que se incorporó en los años sesenta) en aguas frente al litoral

mexicano. A principios de la década de los cincuenta, la producción de camarón en el Golfo de México llegó alrededor de las 4,000 t donde las principales especies en la captura eran el camarón rosado y el blanco. Durante los años sesenta la captura de camarón alcanzó 20,000 t con casi 650 barcos en operación y a principios de la década de los setenta, la flota del Golfo se componía de cerca de 1,100 barcos. Durante esta década las capturas promedio de este litoral eran cercanas a 26,000 t por año (Cinta, 1985).

Las cooperativas de pescadores camaroneros en el estado de Campeche empezaron a formarse en 1966 y dado que la Ley Federal de Pesca de 1949 les había concedido el aprovechamiento exclusivo del camarón, se estableció el “Contrato de Uso de Embarcaciones Camaroneras” que regulaba las condiciones en que las cooperativas podían usar los barcos de los empresarios y fijaba los precios que éstos debían pagar por las capturas. Sus estipulaciones se revisaban cada dos años. Los desacuerdos surgidos en 1975 con respecto a esas condiciones motivaron el paro de operaciones durante un mes, conflicto que se resolvió con un nuevo acuerdo provisional en abril de 1976 (Fuentes *et al.* 1976).

En 1982 se realizó la transferencia de la flota del sector privado al social. En la segunda mitad de esa década la captura disminuyó hasta alrededor de 24,000 t y la flota se redujo a 600 embarcaciones. Estos descensos fueron más notorios en la Sonda de Campeche, donde la producción de camarón rosado y blanco ha disminuido en 48% desde 1985. Esta tendencia se ha visto de cierto modo compensada, a nivel de Golfo de México, por un aumento de 67% en la captura de camarón café frente a Tamaulipas y Veracruz, zona donde ha aumentado el esfuerzo pesquero a partir de esta época. Sin embargo, el impacto en la Sonda de Campeche marcó el inicio de una crisis y tendencia a colapso de la pesquería.

En 1992, se hizo una nueva transferencia de la flota hacia el sector privado. Después de 1993, las capturas de la región se han incrementado ligeramente con relación al promedio de los últimos diez años, hasta alrededor de 25,000 toneladas. Esto se ha debido en parte, a la introducción de medidas de manejo pesquero, como las temporadas de veda y la zona de prohibición de la captura de 15 millas marinas desde la playa hacia el mar en algunos estados y de manera importante al reporte de otras especies que antes eran de importancia secundaria como el caso del camarón siete barbas.

BIOLOGÍA

Muchas especies de camarón se caracterizan por presentar dos fases de desarrollo; una se lleva a cabo en lagunas costeras y la otra en altamar, donde maduran y se reproducen los adultos (Cook y Lindner, 1965). Otras especies son menos dependientes de las áreas lagunares. En los siguientes párrafos se presentan aspectos generales relevantes de las principales especies: camarón café, camarón rosado, camarón blanco, camarón siete barbas, camarón rojo y camarón de roca.

Camarón Café

El camarón café se distribuye en México desde la frontera con los Estados Unidos hasta la Sonda de Campeche. Sus principales áreas de captura son la zona norte de Tamaulipas, el sur de Veracruz y el área entre Frontera y Dos Bocas en Tabasco. El desove se realiza

a profundidades mayores de ocho brazas, desde la primavera hasta principios del invierno. El desove a profundidades mayores de 25 brazas ocurre a lo largo de todo el año y es en esta profundidad donde se encuentra el mayor porcentaje de hembras maduras. Guitart y Hondares (1980) mencionan que para la Sonda de Campeche, el principal desove se presenta en octubre y noviembre. Los huevecillos son demersales y tienen un diámetro de 0.26 mm al eclosionar entre las 14 y 18 horas después del desove; enseguida se desarrollan 11 estadios larvarios que son: cinco subestadios de nauplio, tres de protozoea y tres de mysis. Dependiendo de la temperatura, el tiempo de desarrollo de la fase larvaria es de 11 a 15 días. Durante los primeros estadios postlarvales el camarón café es planctónico en altamar. Al alcanzar una longitud total entre 10 y 14 mm las postlarvas emigran hacia los sistemas lagunares. En el noroeste del Golfo de México, las larvas y postlarvas se encuentran en abundancia en aguas de la plataforma continental a fines del invierno y entran a los esteros al inicio de la primavera.

Después de entrar en aguas estuarinas donde llevan a cabo el desarrollo de la segunda fase de su ciclo de vida, las postlarvas se concentran en las áreas marginales, usualmente a menos de 0.9 m de profundidad donde existe vegetación y detritus orgánicos en abundancia. El camarón juvenil permanece en estas áreas protegidas de 10 a 12 semanas y se desplaza hacia las aguas más profundas del estuario, antes de retornar a las aguas marinas. La edad máxima alcanzada por el camarón café es cercana a 18 meses (Nader, 1989). La edad de primer desove es de seis meses, cuando tiene una longitud de 140 mm y un peso total de 16 g (Castro, 1982). En lo que se refiere a talla y peso máximo promedio las estimaciones fluctúan en longitud máxima (L_{∞}) de 214 a 236 mm y en peso máximo (W_{∞}) de 54.7 a 74.2 g. El camarón café puede ser encontrado en altamar durante todo lo largo del año con dos periodos de máxima abundancia: de junio a agosto y de octubre a diciembre. La población de camarón juvenil predomina en las capturas de abril a junio. En general, durante el periodo mayo-agosto se extrae alrededor de un 50% de la captura anual (Castro et al., 1986). Aunque hay reclutamiento durante todo el año, el evento principal de reclutamiento a las pesquerías de laguna y altamar se lleva a cabo durante un corto periodo: en mayo para las lagunas y en julio-agosto para altamar en Tamaulipas. Estos organismos pertenecen a las mismas cohortes, originadas de la reproducción del primer cuatrimestre del año.

Camarón rosado

Se distribuye desde la Bahía de Chesapeake a la Florida, todo el Golfo de México y hasta Isla Mujeres, Quintana Roo (Pérez-Farfante, 1978). En México, sus principales concentraciones se localizan en aguas someras de la costa desde un metro de profundidad en la porción noreste de la Laguna de Términos y el estero de Sabancuy, hasta Isla Arena y Celestún en la zona limítrofe de los estados de Campeche y Yucatán, extendiéndose por afuera de la costa en fondos de 20 a 70 m en la parte este-noreste de la Sonda de Campeche.

El hallazgo en esteros en todos los meses del año de juveniles pequeños con 17 a 32 mm de longitud total, sugiere que el arribo de postlarvas es continuo (Santos y Uribe-Martínez, 1997), pero las menores tallas registradas de postlarvas de 11 mm o de juveniles de 15 mm y su mayor abundancia relativa, señalan que existen dos temporadas de máximo ingreso a la laguna (en febrero y en noviembre). Los datos de frecuencia por intervalos de longitud, indican que permanecen en estas áreas de dos a tres meses aún como juveniles (de 45 a 55 mm) y que emigran al mar en dos periodos anuales (marzo-abril y junio-agosto).

Los juveniles empiezan a reclutarse a la pesquería de altamar con 107 mm de longitud y la talla media de los que ingresan a la fase de explotación en la que escapan menos del 50% de los individuos es de 126 mm (Uribe-Martínez et al., 1996), a los 2.9 y 3.7 meses de edad respectivamente. Esta incorporación de juveniles se efectúa principalmente en dos pulsos anuales (el menor en abril y el mayor en octubre o noviembre) (Uribe-Martínez y Chin, 1999).

Los machos maduran cuando alcanzan los 112 mm de longitud total, 12 g de peso total (con cabeza) y 3.2 meses de edad. El 50% de las hembras se encuentra en estado de primera maduración sexual a los 127 mm de longitud, 17 g de peso y 3.8 meses. Cuando miden 140 mm ya tuvieron cuando menos un desove (Ré-Regis, 1989), con alrededor de 4.5 meses de edad. Las hembras reproductoras se capturan desde los 15 m de profundidad (8.2 brazas) y producen de 211 mil a 450 mil huevos (Ré-Regis, 1989). La eclosión ocurre después de 12 a 14 horas (Fuentes et al., 1976) y a lo largo de 15 a 20 días los individuos pasan por 11 fases larvarias (5 nauplios, 3 protozoeas y 3 mysis), seguidas por dos de postlarva (planctónica y bentónica).

La proporción promedio mensual macho: hembra es de 4:6 en altamar, pero cambia estacionalmente. Al inicio y al final del periodo de máxima reproducción (de mayo a septiembre), la proporción es 3:7. Cuando se inician los principales periodos de reclutamiento masivo de juveniles a la pesquería, la proporción se invierte a 7:3. La talla máxima usual de la especie es de 200 mm cuando tienen 10.5 meses de edad, aunque llegan a vivir de 18 a 22 meses.

Un aspecto de mucho interés para el camarón rosado de la Sonda de Campeche, pero que podría ser relevante para las otras poblaciones de camarones, es el efecto ambiental sobre los patrones estacionales del reclutamiento y la tendencia de la tasa de reclutamiento en las últimas tres décadas. Ramírez-Rodríguez et al. (2003) reportan cambios en los patrones estacionales de reclutamiento a partir de mitad de los 80's respecto a los 70's lo cual se ve reflejado en la estructura por edades y en la abundancia. Por otro lado, Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez (2003) reportan una tendencia monótonicamente decreciente de la tasa de reclutamiento donde la abundancia actual de reclutas es aproximadamente 10% respecto a la estimada para inicios de la década de los 70's. En ambos casos los efectos están fuertemente asociados a cambios de temperatura y salinidad los cuales explican, cada uno de manera independiente, poco más de 50% de la variación observada en el reclutamiento.

Camarón blanco

El camarón blanco tiene dos poblaciones en el Golfo de México, uno en la parte noroeste y el principal en la Sonda de Campeche (Gracia, 1991). En esta área es la especie que presenta mayor relación con la zona costera y dependencia de los esteros, ya que se encuentra principalmente en profundidades no mayores a 15 brazas, en fondos limosos o fangoso arenosos (Navarrete et al., 1994). Sus mayores concentraciones se encuentran en el área suroeste de la Laguna de Términos y desde la línea de costa hasta aproximadamente los 22 m de profundidad en la parte suroeste de la Sonda de Campeche (Smith, 1988). Su distribución se extiende también hacia la porción este de la Sonda, donde se captura en fondos de 25 a 45 m. Se considera que su área de crianza más importante es la Laguna de Términos en Campeche (Gracia, 1989), pero también existen áreas de crianza importantes en Tabasco entre las lagunas de Mecocacán y de Machona y en la región de la desembocadura de los ríos Grijalva y San Pedro. La talla máxima usual en la Laguna de Términos es de 110 mm,

antes de la migración al mar (Lindner y Cook, 1970; Gracia, 1991). Las hembras maduran cuando alcanzan una longitud total de 120 a 140 mm (Smith, 1986; Re-Regis, 1994), es decir, cuando tienen ocho meses de edad. En las capturas en el mar se observan tallas máximas de 190 mm para machos y de 210 mm para hembras y su longevidad calculada es de 16 meses. Gracia (1989) considera que el máximo nivel de abundancia de individuos reproductores se presenta en un primer periodo (de diciembre a febrero) y en otro de menor magnitud (en junio) con un desove importante a finales de primavera e inicios de verano, mientras que el principal periodo de reclutamiento de juveniles a la pesquería se extiende de junio a noviembre. Re-Regis (1994) indica que existe un pico principal de reproducción de abril a mayo hacia el final de la época de sequía y otro menor en agosto casi al término de la temporada de lluvias.

Camarón siete barbas

El camarón siete barbas de la región sureste del Golfo de México se distribuye principalmente desde Isla del Carmen, Campeche hasta Chiltepec-Dos Bocas, Tabasco. Su reproducción ocurre en mar abierto, pero su crecimiento hasta juveniles o preadultos se lleva a cabo en aguas litorales de hasta 12 m de profundidad y en Campeche entra en la Laguna de Términos cuando los vientos del norte cambian las corrientes costeras y la laguna se inunda con agua de salinidad mayor a 20 ‰ (Smith, 1984 y 1988). Su estadio juvenil dura de dos a cuatro meses y llega al estado adulto a los seis o siete meses. La longitud de primera madurez estimada para las hembras es de 88 mm de longitud total y se ha observado reproducción durante todo el año con dos periodos máximos, uno en febrero y marzo y el principal de junio a septiembre (Núñez y Wakida - Kusunoki, 1997). Los grupos que constituyen las cohortes principales se reclutan de septiembre a febrero, periodo en donde más del 70% de los individuos presentan tallas menores a los 90 mm de longitud total, lo que significa que la pesca se centra sobre animales que aún no llegan a su etapa reproductiva plena (Núñez y Wakida-Kusunoki, 1997). En la zona costera de Campeche sus mayores concentraciones se han observado en profundidades de hasta 8 m, principalmente frente a la península de Atasta y las cercanías de la desembocadura del Río San Pedro (Núñez y Wakida-kusunoki, 1997). Esta especie alcanza temporalmente densidades más altas que cualquier otra en el Golfo de México y aunque los factores que regulan la producción son poco conocidos, se sabe que en Campeche sus capturas masivas están fuertemente relacionadas con los vientos del sureste (Smith, 1988).

Camarón rojo

La zona principal de captura de esta especie (*Farfantepenaeus brasiliensis*) es al noreste de Isla Contoy en el estado de Quintana Roo. La abundancia y el desplazamiento de los camarones en sus diferentes etapas de crecimiento, parecen estar asociados con afloramientos en aguas subsuperficiales ricas en nutrientes que se presentan en la zona (Porrás *et al.*, 1994). La entrada de larvas en las lagunas costeras como Yalahau, Chacmuchuc y Nichupté en Quintana Roo y Río Lagartos en Yucatán, coincide con la fertilización de la zona eufótica, variaciones en la temperatura del agua y cambios en las corrientes frente a Cabo Catoche (Merino, 1992).

El reclutamiento de esta especie a la pesquería se observa a lo largo del año, sin embargo, presenta dos picos importantes uno de mayor intensidad en febrero-marzo y otro menor en

agosto-septiembre (Arreguín-Sánchez, 1981b, Soto, 1992 y 1994, Porras *et al.*, 1994). La entrada de los juveniles (camarones de más de 100 mm de longitud total, LT) a los caladeros de pesca se da en la porción sur a profundidades promedio de 18 a 20 brazas. Se observa un desplazamiento hacia zonas más profundas, 30 brazas aprox., alejadas de la costa. Conforme transcurre el tiempo las tallas se incrementan con un promedio entre 140 y 160 mm de LT (Sandoval-Quintero, 1996b).

Aunque la reproducción se presenta durante todo el año, se observa un período de mayor actividad reproductiva de febrero a agosto con un pico en marzo y abril. La talla de primera reproducción se estima en 148 mm de LT aunque se observan hembras maduras a partir de los 90 mm de LT; la zona donde se concentran las hembras reproductoras se ubica en la porción central exterior de los caladeros y con profundidades de hasta 40 brazas (Sandoval-Quintero, 1996a, Sandoval-Quintero y Gracia, 2002).

Camarón Roca

El camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) presenta, a diferencia de *F. brasiliensis*, sólo un periodo largo de reclutamiento, el cual se extiende de septiembre a marzo. Al parecer, la intensidad y magnitud del reclutamiento de las poblaciones de camarón rojo y de roca, se presentan en forma recíproca a lo largo del año, es decir, el periodo de mayor reclutamiento de una especie coincide con uno de menor intensidad del mismo en la otra (Arreguín-Sánchez, 1981c; Soto, 1992, 1994; Porras *et al.*, 1994; Sandoval-Quintero, 1996b).

Los juveniles del camarón de roca se encuentran desde zonas someras a profundas frente a Contoy, pero no dentro de las lagunas costeras de Quintana Roo o de Yucatán, como es el caso del camarón rojo (Arreguín-Sánchez, 1981a). Lo anterior parece ser reflejado en las importantes capturas de individuos pequeños, registrados durante el invierno en áreas alejadas de la costa (Porras *et al.* 1994).

La presencia de hembras reproductoras en la zona de pesca se ha observado durante los meses de octubre a diciembre, la mayor proporción de éstas presentan tallas entre los 100 y 120 mm de longitud total (LT) (INP, 2004).

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones, equipos y artes de pesca

Tamaulipas y Veracruz

La unidad de pesca utilizada para la captura de camarón en altamar (pesca industrial) corresponde a un barco camaronero tipo Florida. Se trata de un arrastrero de fondo cuyo diseño, hasta 1976 incluía dos redes de arrastre, una por banda. A partir de ese año, éstas empezaron a ser sustituidas por redes gemelas, dos por banda y una red adicional de prueba de nueve pies. La relinga superior mide 45 pies y la inferior 51, con malla de 1.75 pulgadas en el cuerpo y 1.5 pulgadas en el bolso. Existen 280 barcos registrados con permiso de

pesca de altura con base en el Puerto de Tampico, de los cuales 230 se encuentran activos, En Veracruz existen 46 embarcaciones con permiso con base en Tuxpan y Alvarado.

La pesca de camarón café en altamar se realiza durante la noche, se efectúan de dos a tres lances por jornada de pesca y cada lance tiene una duración promedio de cuatro horas. La mayoría de las embarcaciones tienen sistema de navegación y pesca electrónicos, así como sistemas de congelación y pueden operar hasta 50 brazas de profundidad.

La captura en las lagunas se obtiene por medio de artes de pesca fijas llamadas “charangas”, cuya autorización para su uso en la pesca de camarón en Tamaulipas y norte de Veracruz, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1997, en el cual se establecen las características para su construcción. La charanga está constituida por dos barreras o aleros en forma de ‘V’ sin vértice hechos por varas y ramas de mangle y cuyos aleros miden un máximo de 56 m. En el vértice se coloca una red llamada “yagual” que impide la salida del camarón. Este es desmontable en función de los periodos y temporadas de pesca, lo que le confiere al sistema la posibilidad de permanecer “inactivo” durante el periodo en que no esté instalado. El paño de red interior, tiene una altura entre 1.50 a 2.50 m y ancho de 1.50 a 1.60 m; el tamaño de malla mínimo debe ser de 38.10 mm (1.5 pulgadas). El yagual es de forma rectangular con una estructura o bastidor de madera o metal, cuyas dimensiones máximas son: 1.50 m de longitud por 3.0 m de altura y el tamaño de malla mínima de 38.10 mm (1.5 pulgadas). La cuchara es el principal componente del sistema que determina la selectividad. Está constituido por un aro de madera, aluminio o plástico, un mango del mismo material y un bolso de paño. El diámetro de la cuchara debe tener un máximo de 2.5 m y el paño del bolso debe estar constituido por dos secciones, la primera o superior cubriendo 23 líneas (contadas en sentido vertical) con tamaño de malla mínima de 38.10 mm (1.5 pulgadas) y la segunda o inferior cubriendo el área por 26 líneas con tamaño de malla mínima de 31.75 mm (1.25 pulgadas). El paño desmontado debe tener una longitud mínima de 250 mallas (D.O.F.1997). El encabalgamiento de la red de cuchara es determinante para la selección de tallas. Las charangas se colocan en los canales de los sistemas lagunares contra la corriente con el propósito de atrapar el camarón durante su migración hacia el mar. La pesca se lleva a cabo de noche durante tres o cinco horas al final de la corriente de la marea producida por la pleamar o coincidiendo con la bajamar. El pescador usa la cuchara a intervalos de cinco minutos a una hora para sacar al camarón atrapado en el yagual. La duración de cada intervalo depende de su experiencia para saber si se dispersó el camarón desde la operación anterior. El transporte de la captura se hace en embarcaciones pequeñas de madera de seis a ocho metros de eslora y de fibra de vidrio con motor fuera de borda. En cada embarcación participan de dos a tres pescadores.

En la Laguna Madre no existían registros del número total de charangas en operación y por lo tanto no había sido posible contar con registros mensuales de esfuerzo (en número de charangas activas cada mes) solo se tenían estimados indirectos que daban como resultado de 5,587 charangas en la Laguna Madre, Tamps. y de 3,163 en el norte de Veracruz. Recientemente por medio de censos aéreos realizados durante abril y mayo del 2000 al 2003, el Instituto Nacional de la Pesca determinó que existen alrededor de las 3,000 charangas instaladas en la Laguna Madre, Tamaulipas (González *et al.* 2004). Además en abril del 2003 se han implementaron formatos donde los pescadores registran su captura diaria, lo cual junto con muestreos de las capturas, ha permitido conocer los rendimientos por charanga.

Sonda de Campeche

En la Sonda de Campeche se pueden definir las siguientes subunidades de la pesquería de camarón (Uribe-Martínez, 1994):

Artesanal: Usa métodos artesanales para atrapar organismos juveniles de camarón rosado en áreas costeras, practicada tradicionalmente en las comunidades de Sabancuy, Champotón e Isla Arena, en el estado de Campeche, y en Celestún y Río Lagartos, en Yucatán.

Semi-tecnificada: captura juveniles y adultos de camarón siete barbas en la costa desde Isla Aguada (Campeche) hasta Chiltepec (Tabasco), con apoyo en embarcaciones menores y con motor fuera de borda.

Industrial: pesca en altamar juveniles y adultos de todas las especies, con apoyo de barcos arrastreros camaroneros que tienen base en los puertos de Ciudad del Carmen y Campeche.

Existe también una flota semi-tecnificada que opera clandestinamente capturando juveniles, subadultos y adultos de camarón blanco principalmente en aguas de la Laguna de Términos, Campeche y en la costa adyacente.

Las embarcaciones que pescan camarón siete barbas en Campeche y Tabasco son lanchas de fibra de vidrio de 7 y 7.6 m de eslora, con motor fuera de borda de 55 a 65 CF y una red de arrastre de alrededor de 13 m de relinga superior y 2.54 cm de tamaño de malla en el bolso, que operan principalmente hasta diez u once metros de profundidad. Normalmente realizan un viaje de pesca por día. De las 247 lanchas autorizadas en Campeche alrededor de 80% tiene puerto base en Ciudad del Carmen. En Tabasco 20 lanchas más tienen permiso de pesca en Chiltepec, y en 2003 se autorizó la operación de 23 embarcaciones más en el área de la desembocadura del Río San Pedro (límite Campeche-Tabasco). Se sabe que en los dos estados existe un número indeterminado de lanchas que pescan sin permiso.

La pesca clandestina de camarón blanco en la zona costera de Campeche y Tabasco se efectúa principalmente con embarcaciones menores que utilizan redes de enmalle a la deriva y redes de arrastre, pero se sabe que en las lagunas costeras de Tabasco se captura también con atarrayas, con tapos y con redes de deriva utilizadas en forma de cerco. Además es capturado incidentalmente por las lanchas arrastreras que pescan camarón siete barbas.

Las redes ilegales de enmalle a la deriva son de hilo de monofilamento, tienen una abertura de malla de 2.25 a 2.75 pulgadas y una longitud que varía de 150 a 225 m. Esta red apareció en 1983 y fue legalizada en Campeche en 1987, pero para 1993 ya no se renovaron los permisos de pesca. Smith (1986) menciona que en los años anteriores a su legalización la captura promedio por lancha era de aproximadamente 40 kilogramos por día. Según registros del CRIP en Ciudad del Carmen, de 1987 a 1993 las capturas de esas lanchas eran mayores que las de los barcos de la pesquería industrial.

Las redes de arrastre ilegales son conocidas como “voladoras” y están fabricadas con hilo de monofilamento, tienen una abertura de malla de 1 pulgada en el bolso y una longitud de

relinga superior de alrededor de 13 metros.

En la pesquería industrial en altamar participan embarcaciones mayores tipo Florida que operan arrastrando cuatro redes gemelas (dos por banda), principalmente de tipo texana y en algunos casos del tipo voladora, hawaiana o balona.

La pesca de altamar del camarón blanco se realiza de día, mientras que la de camarón rosado y camarón café durante la noche. Se efectúan tres o cuatro lances por jornada de pesca (diurna o nocturna) y cada lance dura de tres a cuatro horas.

El puerto de Campeche cuenta actualmente con 122 barcos registrados (113 en operación y nueve inactivos). El 71% de los activos tiene entre 19 y 33 años de antigüedad, el 86% es de casco de acero, el 88% mide de 20 a 24 m de eslora y el 67% tiene motor principal de 320 a 419 CF. La luz de malla de sus redes medida en el copo es de 3.8 a 5.0 cm y en el 88% de los barcos, la relinga superior mide de 11 a 17 m (Itzá y Uribe-Martínez, 2004).

Esta flota opera principalmente en la zona noreste de la Sonda y entre 1981 y 1989 el 80% de sus capturas estuvieron formadas por camarón rosado, 11% de café, 3% de blanco, 5% de roca y 1% de sintético (Navarrete-del Prío y Uribe-Martínez, 1993); mientras que de 1990 a 2003 la composición promedio de las capturas fue: 73% de rosado, 12% de café, 2% de blanco, 1% de rojo, 10% de roca y 2% de sintético (datos de avisos de arribo).

Los barcos de la flota de Ciudad del Carmen, Camp., tienen una antigüedad de 10 a 20 años, tienen casco de acero y una eslora de 20 a 22 m con capacidad de carga de 30 a 40 t; sus motores poseen entre 300 y 365 CF. Para conservar la producción utilizan refrigeración y operan en profundidades de cinco brazas o más (Wakida-Kusunoki, 1996). Del 2002 al 2004, solo 84 barcos han reportado capturas

La composición promedio de la captura reportada por la flota industrial de Ciudad del Carmen, Camp., durante el periodo de 1983 a 1993 fue: 48% de camarón rosado, 38% de camarón café y 14% de camarón blanco. En 1995 y 1996 las proporciones fueron: camarón rosado 45%, camarón café 26% y camarón blanco 24%. Para el periodo 2001-2003 la composición promedio fue: camarón rosado 38%, camarón café 42% y camarón blanco 11%. Lo anterior sugiere diferencias en zonas de pesca y/o en estrategias de operación, con respecto a la flota del puerto de Campeche..

Contoy

La pesquería de camarón de Contoy se inició a mediados de los años 60's. La flota que operaba provenía del estado de Campeche y de Estados Unidos. Posteriormente, en los 70's se inicia la construcción de infraestructura en el estado de Quintana Roo y se adquieren alrededor de 15 embarcaciones que pertenecían al sector privado. En el año 1987 se tenía un registro de 35 embarcaciones con Puerto Base en Puerto Juárez e Isla Mujeres, Quintana Roo. La falta de mantenimiento de las embarcaciones, ya sea por descuido o por la pérdida de rendimientos económicos en cada viaje de pesca, asociado al decremento en las capturas, ha llevado a que el número actual de embarcaciones en operación sea de 16 naves con una tripulación de 5 ó 6 personas cada una.

El marcado decremento de las capturas del camarón rosado de Campeche (*F. duorarum*) llevó a la necesidad de dictaminar medidas de manejo, como lo han sido los períodos de veda, pero que se han implementado para todo el Atlántico mexicano. En 1994 en Contoy se tuvo la primera veda durante los meses de agosto y septiembre. El criterio principal, desde entonces, fue el de tratar de disminuir el esfuerzo de pesca proveniente de otros estados del Golfo de México, especialmente porque el área estimada para el arrastre de redes, 465 km² (Porrás et al., 1994) es muy inferior a la que se tiene en la Sonda de Campeche y Tamaulipas. Los períodos de veda se definen año con año tratando, además, de incorporar la protección de reclutas y reproductores de ambas especies. Sin embargo, actualmente, se retoma como principal criterio de decisión el movimiento de las flotas, que arriban incluso desde el estado de Tamaulipas.

Tendencias históricas

La captura total de camarón en el Golfo de México tuvo una tendencia ascendente hasta inicios de la década de los setenta, después de mantenerse unos años alrededor de las 30,000 t la captura descendió hasta menos de 20,000 t durante los últimos tres años (Fig. 1). En 2002 se capturaron 16,278 t de peso desembarcado (18,535 de peso vivo) (SAGARPA, 2002).

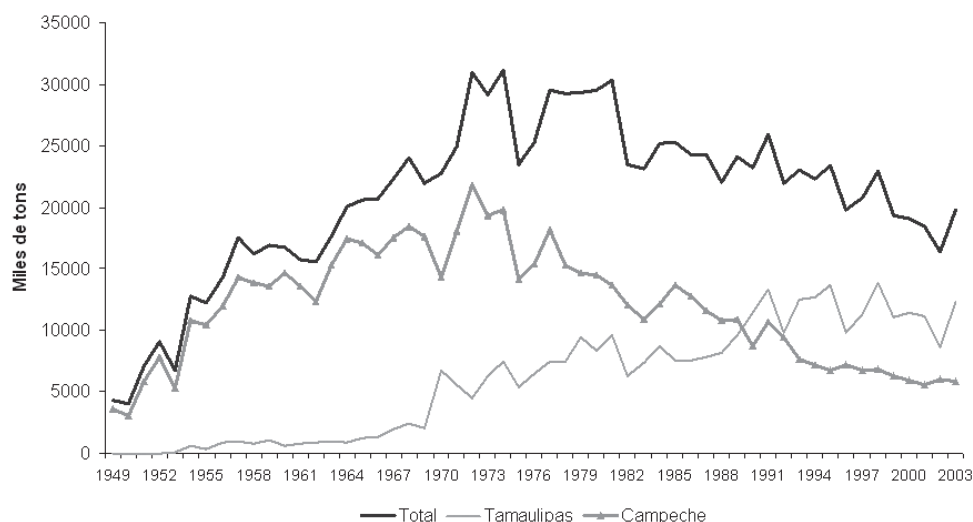


Figura 1. Evolución de la captura total de camarón en el Golfo de México y en los estados de Tamaulipas y Campeche.

Es de notarse el cambio en importancia relativa entre Campeche y Tamaulipas, que obtienen el 80% de la captura total. El número de barcos se ha reducido de 1,200 a principios de los años ochenta, hasta aproximadamente 490 embarcaciones en la actualidad.

Tamaulipas y Veracruz

El 90% de la captura en esta área se obtiene en las costas de Tamaulipas, y Veracruz aporta el 10% restante. La pesquería artesanal de aguas protegidas más importantes en cuanto a volumen es la Laguna Madre, en Tamaulipas y las lagunas de Tamiahua y Pueblo Viejo en Veracruz. En este último estado, estas dos lagunas y su área marina circundante aportan el 61% de la producción de camarón de la entidad (56% de esa porción proveniente de las

lagunas y el camarón café constituye casi la totalidad de las capturas). En la zona sur de Veracruz, en la región de la Laguna de Alvarado, las lagunas y esteros representan solo el 8% del total de la producción, con una proporción más apreciable de camarón blanco.

En Tamaulipas y Veracruz desde el año de 1993 se han aplicado vedas temporales y espaciales que intentan mantener los niveles óptimos de captura para desarrollar una pesquería sustentable en la región. Durante 1987 a 1992, los cinco años previos al establecimiento de la veda, en Tamaulipas se registró una producción promedio anual de 9,947 t, posteriormente con la aplicación de la veda desde 1993 la captura promedio anual ha sido de 11,323 t. El objetivo principal de la veda es proteger el reclutamiento al mar y el crecimiento de la cohorte anual principal del camarón café. Después de la implementación de la veda, el año de mayor captura fue 1998 con 13,881 t; a partir de este año la tendencia ha sido a la baja, siendo el 2002 el de menor captura con 8,606 t, sin embargo en el 2003 se observó una recuperación en la producción, obteniendo una captura de 12,340 toneladas de camarón con cabeza. (Fig. 2). En el 2003 la captura anual de camarón en la laguna Madre fue de 5,784 t con cabeza, lo que representó un incremento del 57% comparado con el 2002 que fue de 3,689 t.

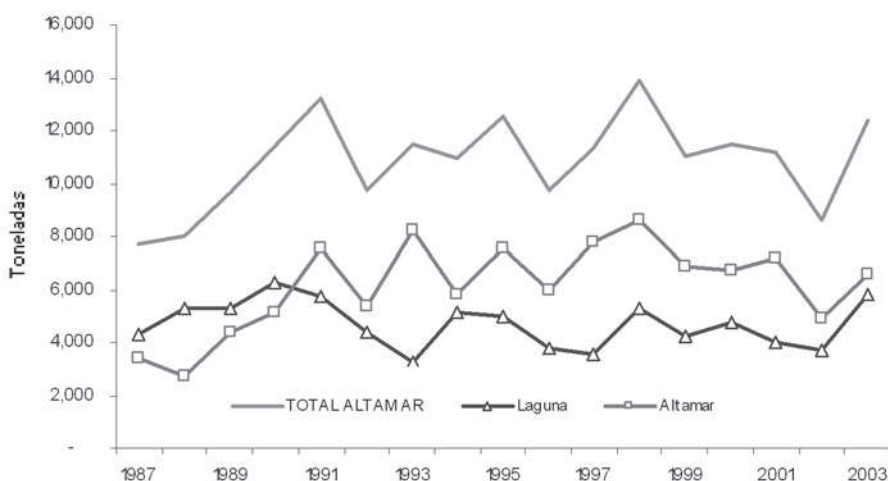


Figura 2. **Captura de camarón en el estado de Tamaulipas en la Laguna Madre y plataforma continental adyacente.**

La figura 3 muestra el comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo de la flota industrial en Tampico. Al utilizar los días de pesca como unidad de esfuerzo la tendencia decreciente y a partir de 1993 a una estabilización, no ocurriendo así al utilizar el número de viajes. Este contraste se debe a cambios en las estrategias de operación, donde en general, ha aumentado el número de días de pesca por viaje (Wakida-Kusunoki y González, 2004). Durante la década de los setenta un viaje de pesca tenía una duración promedio de 15 días, en los años ochenta entre 15 y 20 días y en la actualidad entre 30 y 35 días.

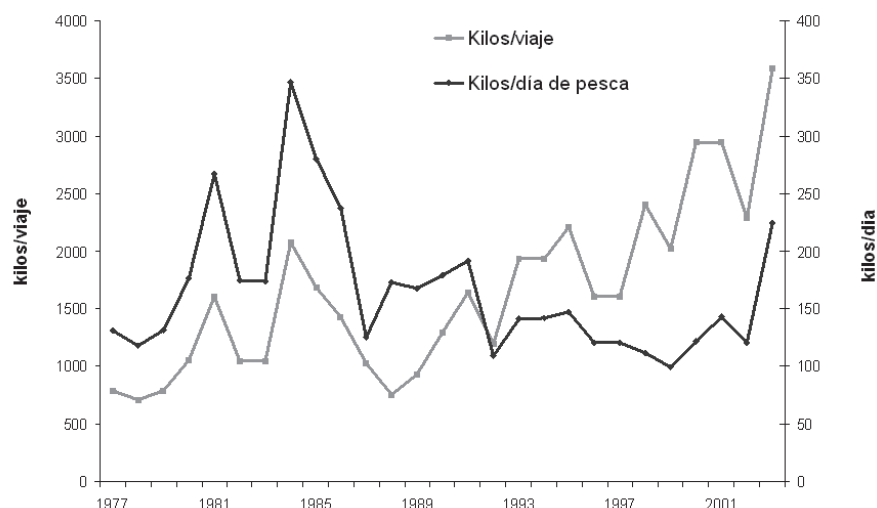


Figura 3. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo considerando las tres especies registradas por la flota camaronera de arrastre de Tampico, Tamaulipas.

En Veracruz, a partir de la implantación de la veda, las capturas totales de camarón se duplicaron alcanzando cerca de 2,000 t. Sin embargo, los efectos de la aplicación de la veda no se observaron de manera inmediata, sino hasta 1995, cuando se registró un aumento de la captura, sobre todo la de estero. En los últimos años la captura total ha fluctuado entre las 1,200 y 1,600 t. Después del aumento de las capturas reportadas en 1995, la captura en aguas protegidas y altamar se han mantenido con una captura promedio alrededor de las 700 t cada una. (Fig. 4)

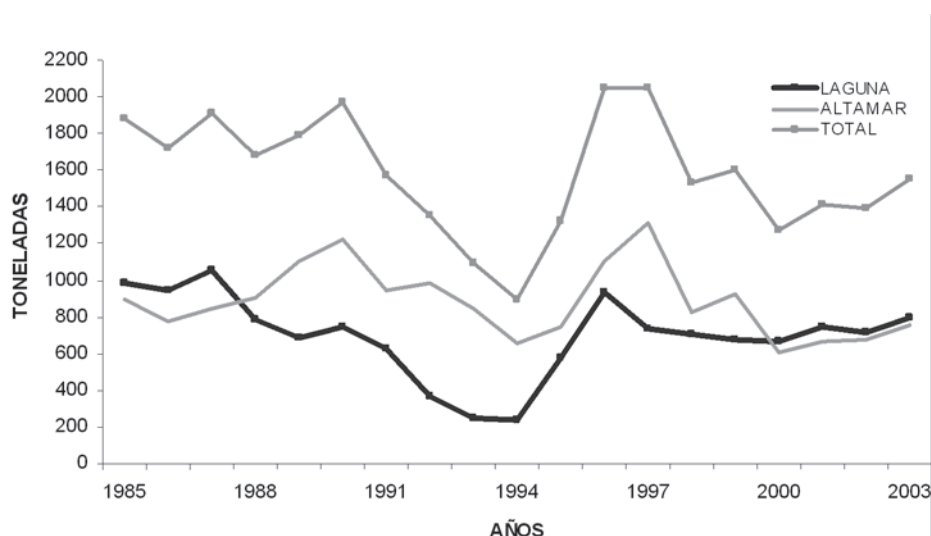


Figura 4. Captura de camarón en el estado de Veracruz para lagunas costeras y la plataforma continental

Sonda de Campeche

Como se ha mencionado, la pesquería industrial de camarón en esta zona se desarrolló aceleradamente en número de barcos y volumen de producción, gracias a la incorporación continua de innovaciones técnicas y al aumento de la demanda de camarón en el mercado internacional. Sin embargo, desde la década de los años setenta se presentó una tendencia a la baja en la producción. Esta tendencia ha sido particularmente notable en los camarones

rosado y blanco desembarcado tanto en Ciudad del Carmen (Fig. 5) como en el puerto de Campeche (Fig. 6).

Aunque en el mismo período la captura por unidad de esfuerzo (kg/viaje) ha mostrado una ligera tendencia hacia el aumento o estabilización (Fig. 7 y Fig. 8), se piensa que esto puede ser debido a cambios en la eficiencia de la tecnología de pesca y no necesariamente a una respuesta de las poblaciones sujetas a explotación. Por ejemplo, a partir de 1985 se generalizó el uso de la red gemela (Uribe-Martínez, 1994), la potencia del motor aumentó y se hicieron cambios en el material del casco (Wadsworth, 1974; Wakida-Kusunoki, 1996). El número de días en el mar por viaje de pesca también ha cambiado: mientras que en 1973 los viajes eran de 12 a 14 días (Wadsworth, 1974), en la actualidad la proporción de viajes mayores a 20 días ha aumentado y a veces llega a 40 días (Uribe-Martínez, 1994; Wakida-kusunoki, 1996). Por lo anterior, la medida directa del esfuerzo en número de viajes ya no se considera adecuada o al menos comparable entre los diferentes periodos. Por lo anterior es necesario efectuar análisis de estandarización del poder de pesca de la flota.

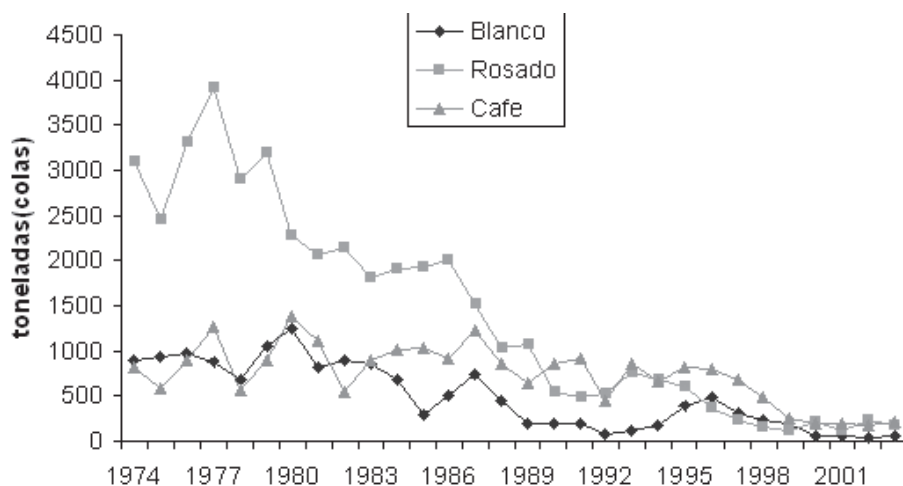


Figura 5. Captura de las tres principales especies de camarón reportada en Ciudad del Carmen, Camp.

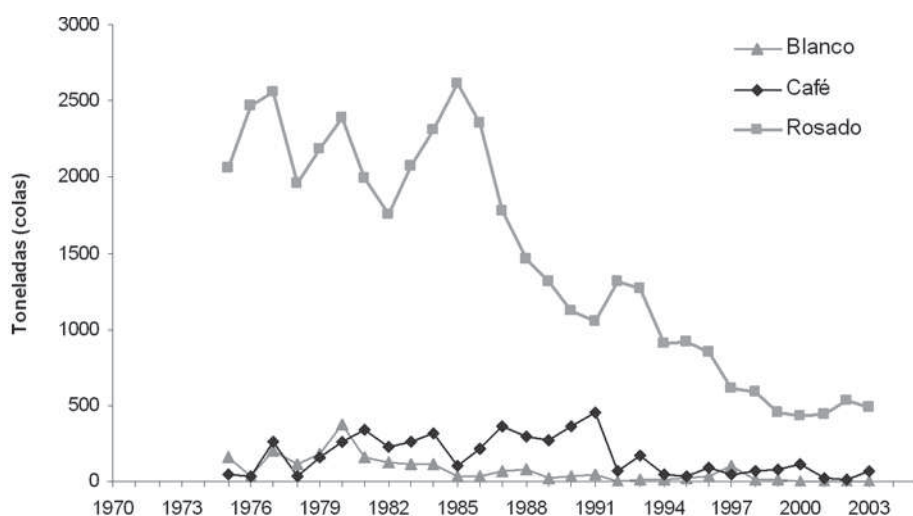


Figura 6. Captura de las tres principales especies de camarón reportada en el puerto de Campeche, Camp.

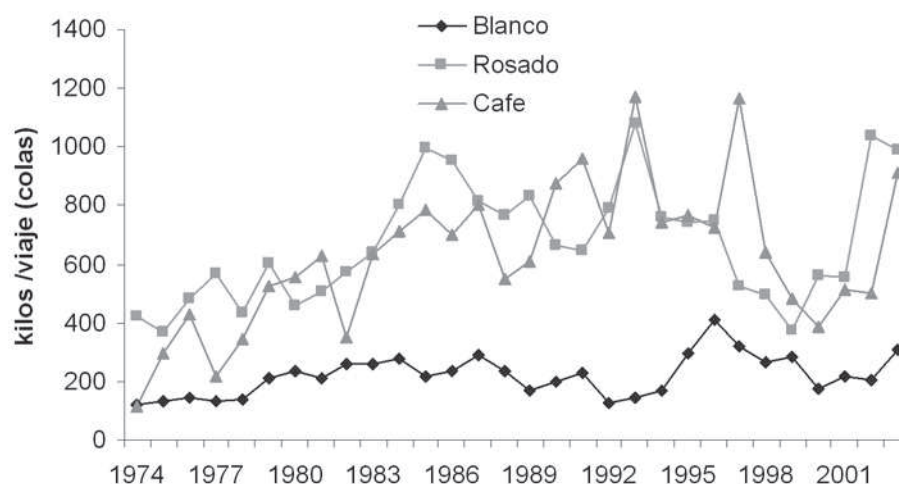


Figura 7. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo (viajes) de las tres especies registradas por la flota camaronera de Ciudad del Carmen, Camp.

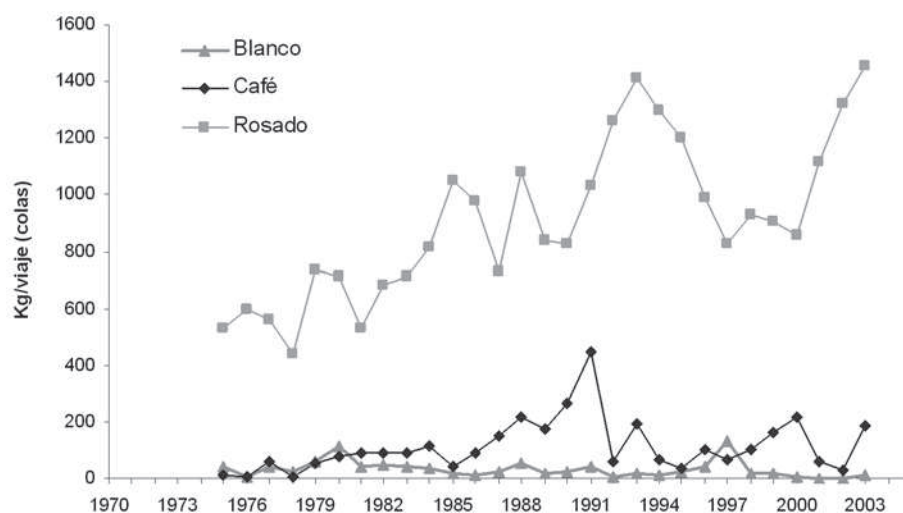


Figura 8. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo (viajes) de las principales especies descargadas por la flota camaronera del puerto de Campeche, Camp.

La captura de camarón siete barbas con embarcaciones menores se inició mediante un esquema de pesca de fomento en 1994, con base en el cual se recomendó su establecimiento como pesquería comercial a partir de noviembre de 1997, aunque condicionada a estrictas medidas de regulación (Núñez y Wakida-Kusunoki, 1997). Durante la mayor parte del período de pesca de fomento las lanchas de la región de Isla del Carmen reportaron anualmente capturas estables cercanas a 1300 toneladas de camarón entero, pero con niveles crecientes de esfuerzo que fueron reduciendo los rendimientos unitarios cada año. A partir de 1998, primer año donde ya se operó como pesquería comercial, las capturas han sido de alrededor de 1900 toneladas anuales, con niveles de esfuerzo superiores al estimado que produce el rendimiento máximo biológico (31,000 viajes de pesca al año) y rendimientos de pesca promedio anual estables de 50 kilogramos de camarón entero por viaje.

Contoy

Las capturas de camarón de las dos especies de Contoy presentan un patrón estacional en el cual, el camarón rojo registra los mayores volúmenes de abril a junio, del 48 al 51% y están conformadas principalmente por organismos grandes; mientras que para el camarón de roca o conchudo los mayores volúmenes se obtienen de octubre a diciembre y representan un 76% en promedio de la captura total anual.

El camarón rojo tuvo su máxima producción (camarón sin cabeza) entre los años 1985 a 1987 (Fig. 9). En 1988 se registró un drástico descenso, en los años subsiguientes hasta 1993 se aprecia un incremento de las capturas pero va acompañado de un incremento significativo en el esfuerzo de pesca. A partir de 1994 con la implementación de las vedas, disminuyen los días de pesca y se logra mantener una estabilidad de las capturas y una ligera tendencia a aumentar entre los años 1997 al 2001. Sin embargo, el esfuerzo pesquero continuó aumentando debido a la entrada de barcos provenientes de otros estados del Golfo de México. En la toma de decisiones a partir del año 2002, para definir el período de veda se hizo énfasis en el criterio del 'movilidad de flotas' a lo largo del Atlántico mexicano con lo cual el período de veda aumentó. Parte de la reducción de las capturas en Contoy podría ser atribuible a esta medida.

Respecto al camarón de roca, las capturas registraron su mayor volumen en 1987 y a partir de ese año han fluctuado pero siempre con una tendencia a la baja. La captura de algunos años puede explicarse por el efecto de las vedas pero, sin embargo, no se observa una recuperación del recurso.

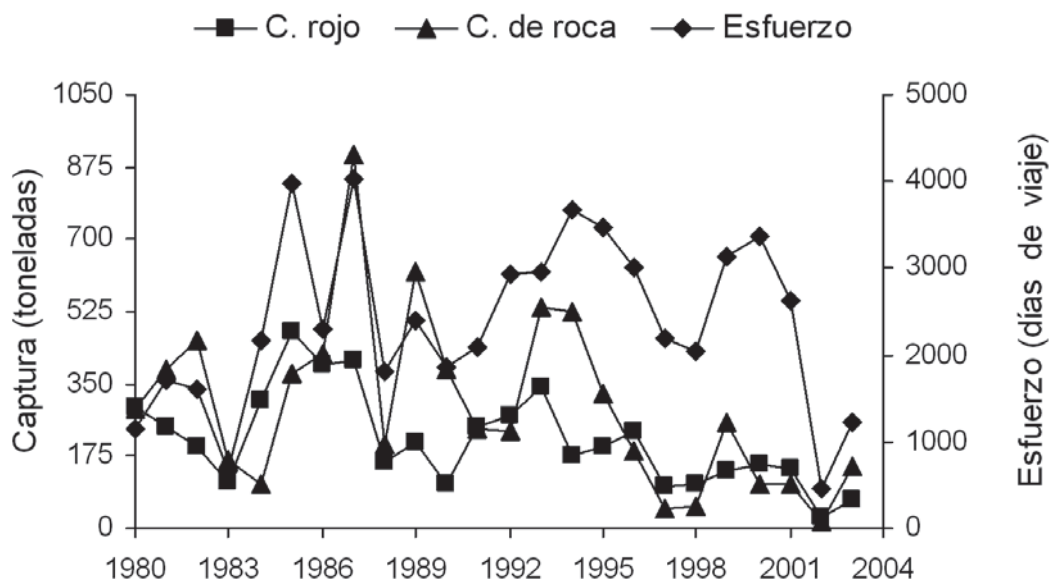


Figura 9. Serie histórica de las capturas del camarón rojo y del camarón de roca en los caladeros de Contoy, Quintana Roo.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) indica los rendimientos que se tienen por barco por noche de trabajo (figura 10) para las dos especies, las cuales fueron a la baja hasta el año de 1997. A partir de ese año el rendimiento anual promedio del camarón rojo se estima estable alrededor de 50 kilos por noche. El rendimiento del camarón de roca

presentó repuntes en 1999 y 2003 pero igualmente se ha mantenido en un promedio de 30 kilos por noche.

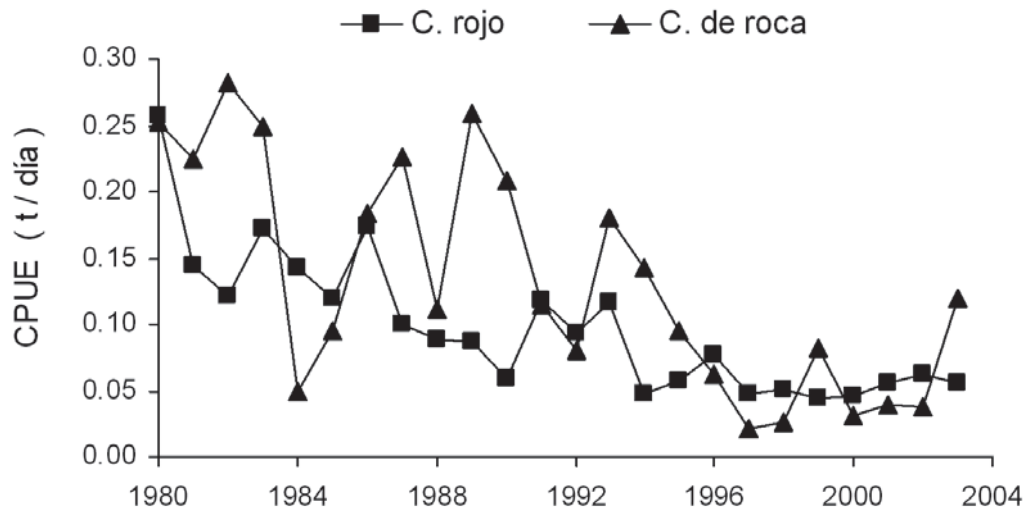


Figura 10. Tendencia histórica de la captura por unidad de esfuerzo de las especies de camarón de Contoy, Quintana Roo

PESCA INCIDENTAL

Cuando en 1992 la flota mexicana introdujo un Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET) colocado entre el cuerpo y el copo de las redes el cual favorece el escape de la tortuga marina pero propicia algunas pérdidas de camarón. Para 1993 toda la flota registrada en este litoral contaba con este aditamento (Rodríguez de la Cruz *et al.* 1995). En los siguientes párrafos se muestran aspectos particulares de cada zona.

Tamaulipas-Veracruz

Palomino *et al.* (1996) realizaron un estudio sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) donde la proporción Camarón:FAC para el periodo 1995-96 fue de 1 a 3.4. La FAC estuvo constituida en un 73% por peces, 17% crustáceos y 10% por moluscos y equinodermos. Este estudio tuvo como objetivo conocer la composición de la FAC y determinar la presencia de otras especies comerciales, como el lenguado (menores de 140 mm) y el huachinango (menores a 90 mm) y algunos crustáceos. Desde 1995 se han identificado 57 familias, 97 géneros y 110 especies en la FAC. Entre las especies de peces, que son muy abundantes, se tiene a *Syacium* spp (lenguado), *Lutjanus campechanus* (huachinango), *Pristipomoides aquilonaris* (voraz), *Upeneus parvus* (chivo) entre otros, y entre los crustáceos a *Squilla empusa* (cucaracha), *Calappa sulcata* (cangrejo), *C. flammea* (cangrejo) y *Portunus* spp (jaibas y cangrejos). Entre los moluscos son abundantes los Camarones y de los equinodermos las estrellas de mar. En el estudio realizado por Palomino *et al.* (1998) se mencionan diferencias en distribución y abundancia de la FAC en época de invierno. Las operaciones de arrastre comprendieron desde la zona frente a Matamoros, Tamps. hasta Tamiahua, Ver., con una mayor abundancia de Boca San Rafael (Laguna Madre) a Matamoros, Tamps. en donde se capturan más especies de manera incidental. La proporción Camaron:FAC obtenida fue en un rango entre 1:2.5 a 1:11.3 con un promedio de 1:5.7.

Sonda de Campeche

En la pesquería de altamar de la Sonda de Campeche, la FAC se compone de los peces de los géneros: *Syacium*, *Eucinostomus*, *Synodus*, *Trichurus*, *Cetengraulis*, *Cynoscion*, *Balistes*, *Arius*, *Haemulon*, y *Pristipomoides*, entre otros (Yañez-Arancibia *et al.* 1985). El estudio de la FAC en la pesquería de camarón siete barbas señaló que el porcentaje de este camarón en las capturas fluctúa entre 42 y 55% de noviembre a febrero y que disminuye hasta 28% en abril. Esto indica que por cada 1.81 a 3.54 kg de FAC se capturó un kilogramo de camarón aproximadamente; valor que resulta bajo comparándolo con otras pesquerías de arrastre. En este caso la FAC estuvo dominada por *Callinectes similis*, *Stellifer* spp., *Simphurus* spp., *Cynoscion arenarius*, *Trichiurus lepturus*, *Arius felis* y *Bagre marinus* (Núñez y Wakida-kusunoki, 1997) y estuvo compuesta por 48 especies de peces, 17 de crustáceos, 6 de moluscos y dos de equinodermos (Wakida-Kusunoki, 2003). Dentro de la FAC los camarones blanco, rosado y café presentaron una tendencia inversa a la del siete barbas, con máximos en noviembre (4.6%) y abril (3.1%). En este último mes se incrementa además el porcentaje de hembras maduras de camarón blanco, por lo que su aumento en las capturas posiblemente se deba a la agregación natural que realizan los camarones para reproducirse, lo cual los hace más susceptibles a ser capturados (Núñez y Wakida-kusunoki, 1997).

Contoy

No se han realizado estudios acerca de las especies de la fauna de acompañamiento ni se tienen registros de las capturas de ésta en la zona. No se han reportado capturas de tortugas en las redes durante los últimos años debido al uso de los Dispositivos Excluidores de Tortugas.

Interacción con otras pesquerías

La pesquería de camarón en el Golfo de México es de tipo secuencial, con una captura industrial en altamar formada por individuos en su fase preadulto y adulto, una semitecnificada de juveniles, subadultos y adultos en la zona costera; y una captura artesanal basada en juveniles que se realiza en áreas estuarino-costeras.

El hecho de que en ciertas fases de su ciclo de vida dos o más especies con medidas de control diferentes compartan las mismas áreas, ha motivado conflictos entre los usuarios y problemas para una vigilancia efectiva del cumplimiento de dichas medidas de manejo; tal como ocurre en el caso de los camarones siete barbas y blanco. Así mismo la pesca secuencial genera problemáticas análogas; por ejemplo, el sector industrial consideraba como causa importante del descenso de la producción de camarón rosado la captura juveniles en zonas estuarino-costeras por la flota artesanales, mientras que estos atribuían a la flota arrastrera el exceso de pesca de juveniles antes de haber alcanzado la edad reproductiva, así como de hembras reproductoras (Uribe-Martínez, 1994).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Tamaulipas y Veracruz

En Tampico operaron en el 2003, cuatro plantas maquiladoras las cuales solo operan durante la temporada de la “corrida”, cuando existen volúmenes suficientes para su funcionamiento, ya que durante el resto del año el camarón capturado se destina al mercado nacional, el cual demanda camarón con cabeza, debido a su mejor precio. De la captura de altamar obtenida en el 2003, se maquilo para exportación únicamente el 10 %.

Las embarcaciones de altamar son operadas por 95 permisionarios, 33 empresas y 30 cooperativas de altura, el numero de pescadores registrados es de 1,880 (entre capitanes, wincheros, cocineros, maquinistas y pacotilleros). (M. Vazquez, Subdelegación de pesca Tampico. com. Pers.)

Para la explotación del camarón de ribera en la Laguna Madre, cuentan con permiso de pesca 19 sociedades cooperativas de producción pesquera y 3 sociedades de solidaridad social. El número de socios registrados en estas organizaciones es de 2,753. Los sitios de acopio de la captura llamados “recibas”, suman aproximadamente 60, las grandes mayorías concentradas en las localidades ubicadas en los municipios de San Fernando y Matamoros, Tamaulipas.

Sonda de Campeche

En Ciudad del Carmen existen actualmente ya no existen plantas maquiladoras de camarón. Aunque se dispone de un puerto pesquero con tres dársenas para los barcos de la flota industrial.

En el puerto de Campeche operan cinco de las 11 plantas maquiladoras que existían en 1998. Todas pertenecen al sector privado y tienen capacidad para clasificar de dos a ocho toneladas por día, o hasta 14 t por día trabajando doble turno.

La pesquería del camarón siete barbas no cuenta con instalaciones especiales. La mayoría de las agrupaciones de pescadores se concentran en dos o tres lugares donde cada una cuenta con bodegas rústicas para almacenar sus redes, motores y bidones para gasolina. Estos lugares a veces funcionan también como oficina y la mayoría de las agrupaciones cuentan con energía eléctrica y agua. Los embarcaderos son muelles rústicos de madera donde se amarran las lanchas, se realiza el descabezado del camarón y se recibe y pesa la captura. En Ciudad del Carmen existe una bodega frigorífica para el camarón siete barbas, aunque actualmente no se encuentra en operación.

Contoy

Existen dos plantas maquiladoras de camarón, una se encuentra en Puertos Morelos y la otra en Puerto Juárez, Quintana Roo. En la pesquería de Contoy, la especie más importante

desde el punto de vista económico es el camarón rojo, aunque también se captura el camarón roca que tiene un menor precio.

Indicadores económicos

En los últimos años los precios del camarón en los Estados Unidos han disminuido de forma dramática. El precio de las categorías comerciales de camarón sin cabeza de tallas pequeñas y medianas han disminuido alrededor de un 50% con respecto a su valor hace siete años (Tabla 1). Al parecer esto es resultado del aumento en la producción de camarón de granja en Asia y América, y de una menor demanda a partir del 2001. Esta situación ha motivado a las empresas que administran barcos ha cambiar sus estrategias de comercialización, y actualmente se orienta camarón con cabeza hacia el mercado nacional, donde alcanza mejores precios que a nivel internacional. Con esto la necesidad de plantas maquiladoras procesadoras se ha reducido grandemente provocando el cierre de muchas de ellas. Así mismo, el aumento del costo de insumos para la operación de los barcos, como el diesel, ha provocado una fuerte disminución de la rentabilidad de la pesca industrial.

Tabla 1. Precios comparativos de camarón café por categorías en dólares por libra (Ocean Garden Products, 1998 y Campeche Seafood Prod.Inc. 21 jul. 2004).

Categoría comercial	Precio (Ocean Garden, 1998)	Precio (Souht Proc. Inc. 2004)
U/10	10.8	10.5
U/15	9.45	8.20
16/20	8.95	5.85
21/25	7.15	4.40
26/30	6.05	3.20
31/35	4.85	2.50
36/40	3.85	1.75
41/50	3.70	1.50
51/60	3.45	1.20
61/70	3.15	1.10
71/80	3.05	1.00
80/90	2.65	0.90

En las pesquerías artesanales y semitecnificada de camarón, el beneficio económico al pescador individual depende en gran medida de la organización de la producción. Un ejemplo, ahora típico, es la pesquería de camarón siete barbas de Campeche y Tabasco. En ella existen los pescadores y los dueños de las embarcaciones. Los pescadores se dividen en patrones y tripulantes de acuerdo a su experiencia. Las ganancias se dividen en dos partes, una para el dueño y la otra se divide generalmente en partes iguales entre los pescadores después de abastecer con gasolina y aceite la embarcación para el próximo viaje. Las reparaciones e instrumentos de pesca los paga el dueño de la embarcación. Los impuestos y otros gastos (facturación y pago de servicios) los pagan los compradores por medio de una cuota por kilogramo de producto entregado, lo que incrementa el precio de la captura (Núñez y Wakida-Kusunoki, 1997).

MANEJO

Medidas Administrativas

Las reglamentaciones aplicadas a la pesquería de camarón están contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-PESC-1993. Entre las medidas administrativas contempladas, se encuentra el establecimiento de vedas.

Las vedas temporales y espaciales han pretendido cumplir dos objetivos:

- 1) Proteger el evento de reproducción de primavera-verano que resulta en la aparición de la cohorte principal del año que sostendrá la pesquería en verano-otoño (que representa la mayor parte de la captura del año). Esto se logra al determinar el inicio de la veda con el objetivo, a corto plazo, de maximizar el reclutamiento a la temporada siguiente y a largo plazo el mantenimiento de la pesquería.
- 2) Proteger el crecimiento de los organismos de esa(s) cohorte(s) durante su estancia en las áreas de crianza. Esto determina el fin de la veda. El objetivo al corto plazo es maximización de la producción al permitir a los animales alcanzar una talla comercial de valor más alto e iniciar la pesca cuando aquellos salgan al mar.

Además de los dos criterios de administración arriba mencionados, la coexistencia entre los sectores artesanal e industrial de la pesquería tiene un peso importante en la toma de decisiones de manejo de la pesquería.

Otras medidas reglamentarias aplicadas a la pesquería de camarón son el establecimiento de áreas protegidas y la regulación de las artes de pesca. Se establecen los tamaños de malla de 1.5 pulgadas (37.5 mm) para la pesca en lagunas. Para la pesca de arrastre en altamar, de 1.75 pulgadas (44.45 mm) en alas, cuerpo y antebolso, y 1.5 pulgadas en el bolso (SEPESCA, 1994). En las siguientes líneas se presentan aspectos relevantes para cada área del Golfo de México y el Caribe, y en la Tabla 2 se resumen los periodos de veda aplicados en los últimos años.

Tamaulipas-Veracruz

En altamar el camarón café se captura a lo largo del año con dos periodos de máxima abundancia comprendidos de junio a agosto y de octubre a diciembre. La población de camarón juvenil predomina en las capturas realizadas entre marzo y agosto, periodo en el cual se extrae alrededor del 50% de la captura anual (Castro et al., 1986).

Tabla 2. **Periodos de veda para camarón en el litoral del Golfo de México y mar Caribe 1999-2003.**
(fuente: Diario Oficial de la Federación)

AÑO	ALTAMAR	LAGUNAS
1999	a) 1º mayo - 31 julio Desembocadura del Río Bravo al Río Coatzacoalcos. b) 1º mayo - 11 de noviembre, Río Coatzacoalcos, hasta la frontera con Belice, excepto los caladeros de Contoy, Q. Roo y la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas, Tabasco hasta Isla Aguada, Campeche. c) 1º de mayo – 25 de julio y 15 de agosto – 11 de noviembre, en la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas en Tabasco hasta Isla Aguada en Campeche. La captura incidental de camarón blanco (<i>Litopenaeus setiferus</i>) del 26 de julio al 14 de agosto no podrá exceder de 10% de las capturas por viaje y embarcación menor. d) 1º agosto - 30 septiembre Caladeros de Contoy, Q. Roo.	a) 3 de junio al 18 de julio Tamaulipas y Veracruz b) 1º mayo - 15 de noviembre en los sistemas lagunarios estuarinos de Tabasco.
2000	a) 1º de mayo - 15 de julio, Desembocadura del Río Bravo al Río Coatzacoalcos. b) 1º mayo – 20 de octubre, en la zona de diez brazas de profundidad y mayores desde el Río Coatzacoalcos, hasta una línea recta imaginaria trazada desde la el Río Grijalva hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva, pasando por Cayo Arcas. c) 1º mayo – 15 de noviembre, en la zona limitada al este por una línea imaginaria trazada hacia el norte desde Punta de Las Disciplinas, Campeche, hasta el límite de aguas nacionales; y al oeste hasta la frontera con Belice, excepto los caladeros de Contoy, Q. Roo y la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas, Tabasco hasta Isla Aguada, Campeche. d) 1º de mayo – 30 de junio y 21 de julio – 30 de Octubre, en la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas, Tabasco hasta Isla Aguada, Campeche. La captura incidental de camarón blanco (<i>Penaeus setiferus</i>) del 1º al 20 de julio no podrá exceder de 10% de las capturas por viaje y embarcación menor. e) 1º Julio-15 septiembre Caladeros de Contoy, Q. Roo	a) 1º de junio - 13 de julio Tamaulipas y Veracruz b) 1º mayo - 15 de noviembre en los sistemas lagunarios estuarinos de Tabasco.
2001	a) 1º de mayo - 31 de julio Desembocadura del Río Bravo al Río Coatzacoalcos. b) 1º de mayo - 30 de octubre, desde el río Coatzacoalcos hasta la frontera con Belice, <u>incluyendo</u> la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas en Tabasco hasta Isla Aguada en Campeche, <u>pero exceptuando</u> los caladeros de Contoy, Quintana Roo. c) 1º -31 marzo y 1º-15 septiembre Caladeros de Contoy, Q. Roo	a) 21 de mayo -7 de julio Tamaulipas y Veracruz b) 1º mayo - 30 de octubre en los sistemas lagunarios estuarinos de Tabasco.

2002	a) 1º de abril - 8 de julio y 1º- 31 de Octubre Desembocadura del Río Bravo al Río Coatzacoalcos. b) 1º de mayo - 31 de octubre, desde el río Coatzacoalcos hasta la frontera con Belice, <u>incluyendo</u> la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas en Tabasco hasta Isla Aguada en Campeche, <u>pero exceptuando</u> los caladeros de Contoy, Quintana Roo. c) 1º Marzo-15 abril, 1º Mayo 15 septiembre y 1º - 31 de octubre Caladeros de Contoy, Q. Roo	a) 22 de mayo - 8 de julio y 1º - 31 de octubre en Tamaulipas y Veracruz. b) 1º mayo - 30 de octubre en los sistemas lagunarios estuarinos de Tabasco.
2003	a) 1º de mayo al 31 de julio Desembocadura del Río Bravo al Río Coatzacoalcos. b) 1º mayo - 31 de octubre, desde el río Coatzacoalcos hasta la frontera con Belice, excepto los caladeros de Contoy, Q. Roo y la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas, Tabasco hasta Isla Aguada, Campeche. c) 1º de mayo – 30 de septiembre, en la franja marina costera de cero a cinco brazas de profundidad desde Dos Bocas, Tabasco hasta Isla Aguada, Campeche. d) 1º de mayo -31 agosto y de 1º al 31 Octubre Caladeros de Contoy, Q. Roo	a) 20 de mayo - 7 de julio Tamaulipas b) 1º mayo - 31 de octubre en los sistemas lagunarios estuarinos de Tabasco.

El reclutamiento del camarón a las pesquerías de laguna y altamar se lleva a cabo durante un corto periodo de mayo a agosto de cada año.

En 1974 se instrumentó en altamar una veda experimental por 45 días en las costas de Tamaulipas. Castro y Santiago (1976) indican que los resultados de esa medida fueron buenos, dado que se capturaron individuos de mayores tallas. Sin embargo, no fue sino hasta 1993 que se volvió a utilizar como medida de manejo en la pesca del camarón del Golfo de México.

Apartir de 1993 se inició formalmente el empleo de vedas como instrumento de administración tanto en laguna como en altamar. Ésta se ha establecido durante mayo a julio principalmente, con el fin de regular la sobrepesca del crecimiento y permitir la migración de juveniles de la laguna hacia el mar. A partir del establecimiento de la veda se ha capturado en promedio el 36% y 38% de camarón en laguna y el 64 y 62% en altamar. Como efecto de la veda en laguna y altamar, se observa que la proporción de camarón capturado en laguna se redujo de 52% a 36% y en altamar se incrementó de 48 a 64%. En los años anteriores al uso de vedas (1987 a 1992), se registró una producción promedio anual de 10,033 t, el 52% corresponde a camarón de laguna (5,203 t) y 48% en altamar (4,830 t). Las áreas sujetas a veda abarcan de la desembocadura del Río Bravo, Tamaulipas, hasta Coatzacoalcos, Veracruz.

Recientemente debido a la disminución de precios en tallas medianas y chicas, la apertura de la veda en altamar ha sido dirigida como objetivo principal a aumento del porcentaje de camarón con tallas comerciales denominado de “línea” (Solana-Sansores *et al.* 2004)

Sonda de Campeche

Las medidas de manejo para apoyar la sostenibilidad de la pesquería se han enfocado a disminuir la mortalidad por pesca, mediante la reducción del esfuerzo en etapas críticas del ciclo de vida. Para evitar el riesgo de sobrepesca del crecimiento se estableció veda permanente en estuarios desde 1992 y en la franja costera de las cero a las quince millas a partir de 1993, desde Isla Aguada, Campeche hasta la frontera con Belice (excluyendo los caladeros de Contoy). A la fecha, la pesca de camarón de cualquier especie en las lagunas de Campeche está prohibida, en especial en la Laguna de Términos que fue declarada Área Natural Protegida en 1994 (D.O.F., 1994).

Para el camarón rosado de altamar, aunque las mayores capturas por viaje se logran en octubre y noviembre, a partir de 1994 se aplicaron vedas entre agosto y noviembre, con el objeto de proteger la culminación del periodo de reproducción previniendo riesgo de sobrepesca del reclutamiento. Como la producción continuó baja, desde 1998 se amplió la duración de la veda, iniciándose en mayo, para proteger toda la temporada de reproducción y facilitar el crecimiento de los juveniles remanentes del primer reclutamiento (Uribe-Martínez y Chin, 1999).

Las vedas de 2001 a 2003 también empezaron en mayo pero se concluyeron en octubre, debido a que un estudio mostró que los beneficios marginales para el sector de productores prácticamente se duplican a finales de octubre y que bajo ciertos supuestos (puntualidad del reclutamiento y acatamiento de la veda), se puede pescar camarón rosado en noviembre sin afectar el reclutamiento principal (Uribe-Martínez, 2003).

Con respecto al camarón blanco de Campeche y Tabasco, las vedas desde mayo hasta octubre han tenido como objetivos proteger al máximo posible la reproducción para mantener a la población del recurso, y proteger el crecimiento de los jóvenes reclutas para maximizar su contribución a las capturas. El seguimiento de la población biológica ha indicado que durante las últimas vedas los niveles máximos de reproducción y de reclutamiento se han presentado de junio a agosto y en octubre, y que la biomasa normalmente ha aumentado en el transcurso de los meses de veda. El seguimiento continuo de las capturas señala que la protección del crecimiento de los reclutas que se originaron durante la primera parte de la veda, permite que aporten casi 45% de la captura de los barcos en el primer bimestre de la temporada de pesca; y que el porcentaje restante está asociado a la protección que la veda brinda al proceso de crecimiento de los camarones que se originaron en el primer trimestre del año, y que empiezan a reclutarse un poco antes de que inicie la veda.

El objetivo primordial de las vedas para el camarón siete barbas de Campeche y Tabasco es la protección de la población durante la época principal de reproducción, porque las redes de arrastre de fondo que se utilizan lo capturan antes de que alcance su talla media de primera reproducción (Núñez y Wakida-kusunoki, 1997). El seguimiento de la población durante las vedas ha indicado que la protección de seis meses continuos es necesaria para evitar la pesca excesiva del stock reproductor, considerando para ello las variaciones espaciales y temporales (mensuales y anuales) observadas en los picos de reproducción. El incremento de la abundancia hacia octubre se debe en gran parte al inicio del reclutamiento de los animales que se originaron durante la veda, de manera que iniciar la pesca en noviembre permite aprovechar la biomasa creciente una vez que ya ha pasado el período principal de reproducción de la población.

Contoy

Las vedas comenzaron en el área de Contoy a partir de 1994, y se instrumentaron simultáneamente a las fechas de veda de la Sonda de Campeche a fin de evitar el desplazamiento de la flota camaronera de ese estado hacia aguas de Quintana Roo, que potencialmente podía resultar en una presión excesiva de pesca sobre una zona de arrastre tan pequeña. Además, la veda tiene como resultado la protección del pico de reclutamiento de menor magnitud (septiembre) del camarón rojo (INP, 1995; Aguilar *et al.* 1996; Sandoval-Quintero, 1996b) y para la protección de una fracción de reproductores de camarón de roca. En los años 2001 y 2002, la veda adicionalmente protegió la reproducción del camarón rojo al implementarse un periodo entre los meses de marzo y abril. A partir del año 2003 la veda principal se ha establecido a partir del 1 de mayo para iniciar al mismo tiempo que el resto del Golfo de México (reducción del esfuerzo de pesca). El cierre de veda se ha establecido a fines de septiembre para poder tener acceso a la población explotable del camarón de roca.

Análisis

El análisis de las pesquerías de camarón del Golfo de México se lleva a cabo en tres etapas: 1) construcción de indicadores de productividad de la pesquería de camarón (IPPC), 2) selección de indicadores por recurso pesquero y escenarios de aprovechamiento y 3) sugerencias para la toma de decisiones. Los IPPC son aquellos que permiten conocer el estado de salud de los recursos. Los IPPC biológico-pesqueros que se obtuvieron y analizaron, se eligieron con base en información recabada de la pesca comercial y muestreos directos realizados por los diferentes Centros Regionales de Investigación Pesquera. Estos IPPC son los siguientes índices:

- a) Reclutamiento (porcentaje de reclutas y/o número de reclutas por kilómetro cuadrado)
- b) Reproducción (porcentaje de hembras reproductoras y/o número de hembras reproductoras por kilómetro cuadrado)
- c) Abundancia relativa (número o kilos de camarón por kilómetro cuadrado)
- d) Tallas (porcentaje de línea y pacotilla)
- e) Distribución del esfuerzo
- f) Rendimiento Pesquero
- g) Captura Incidental de especies de camarón no objetivo o de otras especies
- h) Índice de migración y crecimiento.

Con el análisis de estos indicadores para cada zona y la posterior conjunción de los resultados, se han seleccionado los periodos de veda más adecuados.

Tamaulipas y Veracruz

La información utilizada en los análisis para la obtención de los IPPC) proviene de la obtención de información estadística, de campañas de muestreos mensuales en altamar y laguna y estudios para estimar la migración hacia el mar. Los IPPC utilizados fueron los siguientes: Rendimientos totales de camarón café y tallas, reclutamiento y patrón migratorio de juveniles de camarón de la laguna hacia el mar.

Rendimientos totales

Los rendimientos obtenidos en la pesquería de camarón en Tamaulipas se pueden observar en la figuras 3 y 11, En el caso de la flota de altamar, se puede apreciar que a mediados de los ochentas, la tendencia de los rendimientos era a la disminución, pero a partir de 1993, estos se han estabilizado entre los 100 y 150 kilos de camarón cola/día de pesca. Estos resultados sugieren que los periodos de veda han tenido un efecto estabilizador para la pesquería.

Para la pesca artesanal, los rendimientos de los últimos ocho años muestran una pesquería estable, alrededor de los 20 – 30 kilos de camarón por noche.

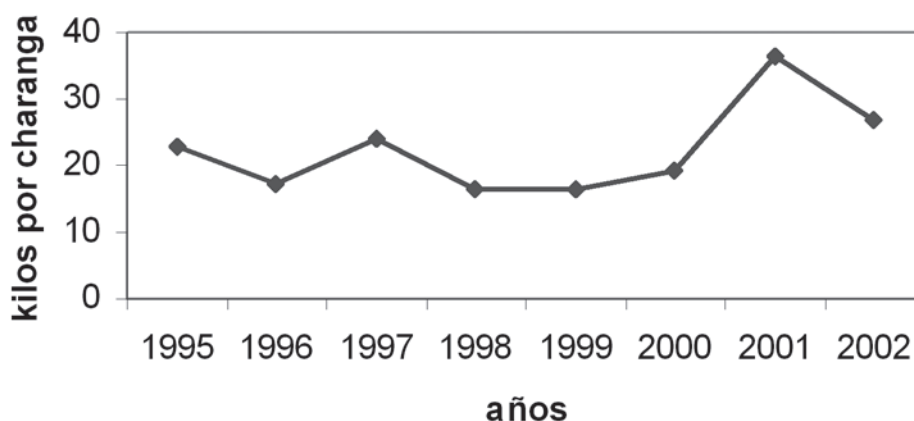


Figura 11. Rendimientos de la pesca artesanal en Laguna Madre (kilos entero/charanga/noche)

Tallas

En esta zona, durante los meses de julio y agosto se registra la mayor presencia de organismos que no alcanzan una talla comercial (denominados pacotilla) y es esta temporada que corresponde al periodo de mayor reclutamiento hacia el mar del camarón café. Una alta proporción de “pacotilla” sugiere un potencial problema de sobrepesca del reclutamiento.

Se analizaron las proporciones de las categorías comerciales de maquila, denominada de línea y la de pacotilla. En los últimos dos años los periodos de veda se han alargado a finales de julio y principios de agosto, esto ha provocado que la proporción de camarón de línea aumentara, contribuyendo con alrededor del 70% (Fig. 12).

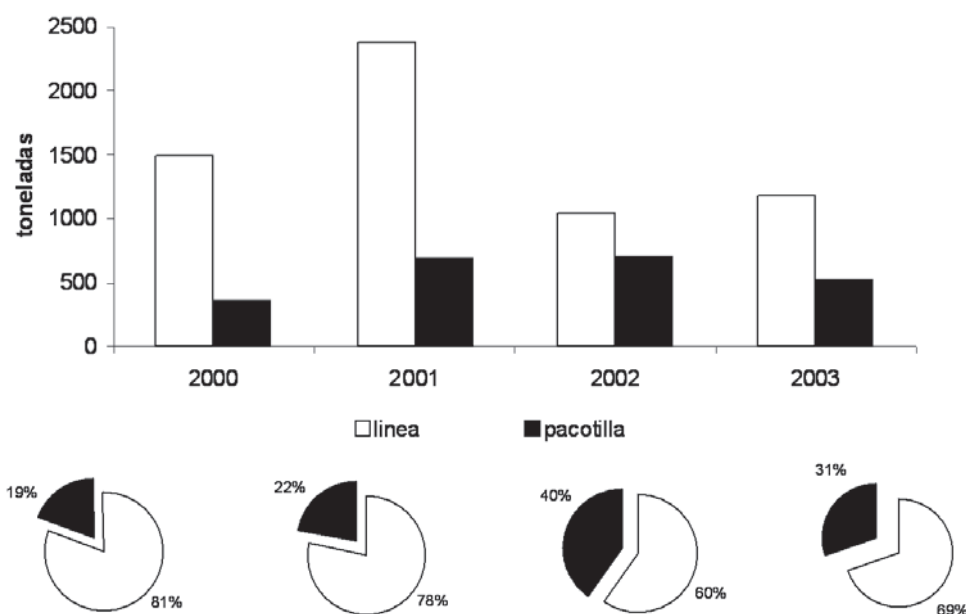


Figura 12. Composición de la captura de camarón de altamar registrada en Tamaulipas durante julio y agosto 2000-2003.

Reclutamiento y patrón migratorio

Como ya se mencionó anteriormente, la búsqueda del máximo rendimiento económico de los organismos en altamar ha tenido como resultado que la apertura de las vedas se efectúe cuando las tallas de los organismos corresponden a las categorías denominadas de línea. Lo anterior se logra a partir del conocimiento de la fecha de máxima migración al mar (Wakidakusunoki *et al.* 2004), y de los cambios en la estructuras de tallas en diferentes estratos de profundidad. Con toda esta información se calcula el crecimiento individual y poblacional utilizándose las ecuaciones propuestas por Quinn II y Deriso, (1999).

Este análisis de la dinámica de crecimiento promedio de los individuos de camarón, tuvo los siguientes supuestos: El crecimiento es simétrico

en sus fases de juveniles hasta adultos, lo cuál puede ser descrito a través del modelo de Von Bertalanfy y que los camarones se reclutaron al mar durante la fecha de mayor cantidad en número y peso determinado por el estudio de migración.

Los parámetros de crecimiento y mortalidad fueron los estimados por Parrak (1981) citado por Gracia, (1997) y Rothschild and Brunenmeister (1984).

Estos resultados del análisis de la dinámica de crecimiento son evaluados, mediante un proceso de comparación, con los registros de las tallas promedio del crucero de veda de la segunda quincena de junio en las costas tamaulipecas. La información de tallas observadas en el crucero, se estratificaron por profundidad de 0 a 12 brazas, de 12 a 25 brazas y de 25 a 40 brazas.

Los resultados muestran que las principales fechas de migración (reclutamiento al mar) se registran generalmente durante los días de luna nueva y llena de junio o julio. A partir de esta fecha, por medio de cruceros de pesca secuenciales, esta población es monitoreada,

y con apoyo de estimaciones de crecimiento individual y mortalidad natural y partiendo de la base de la no existencia de mortalidad por pesca durante esa época, se tuvo como resultado que 60 días después de la fecha de migración masiva, la población registra una máxima ganancia en biomasa donde cerca del 70% de los individuos alcanzarían una talla igual o superior a la mínima considerada para su clasificación en categorías comerciales (aproximadamente 120 mm de longitud total).

En la figura 13, se presentan los resultados de la dinámica de crecimiento y mortalidad natural de la cohorte principal de la población que sale de la laguna hacia el mar en 2003.

De acuerdo a los resultados observados se obtuvo que aproximadamente el 46% de población de camarón café muestreados durante la primera quincena de julio en las costas de Tamaulipas, razón por la cual la veda se prolongó hasta el 31 de julio, a efecto de que los organismos de esa fracción poblacional aumenten de talla y se incrementaran los rendimientos por unidad de esfuerzo al inicio de la temporada de pesca. (Solana-Sansores *et al*, 2004).

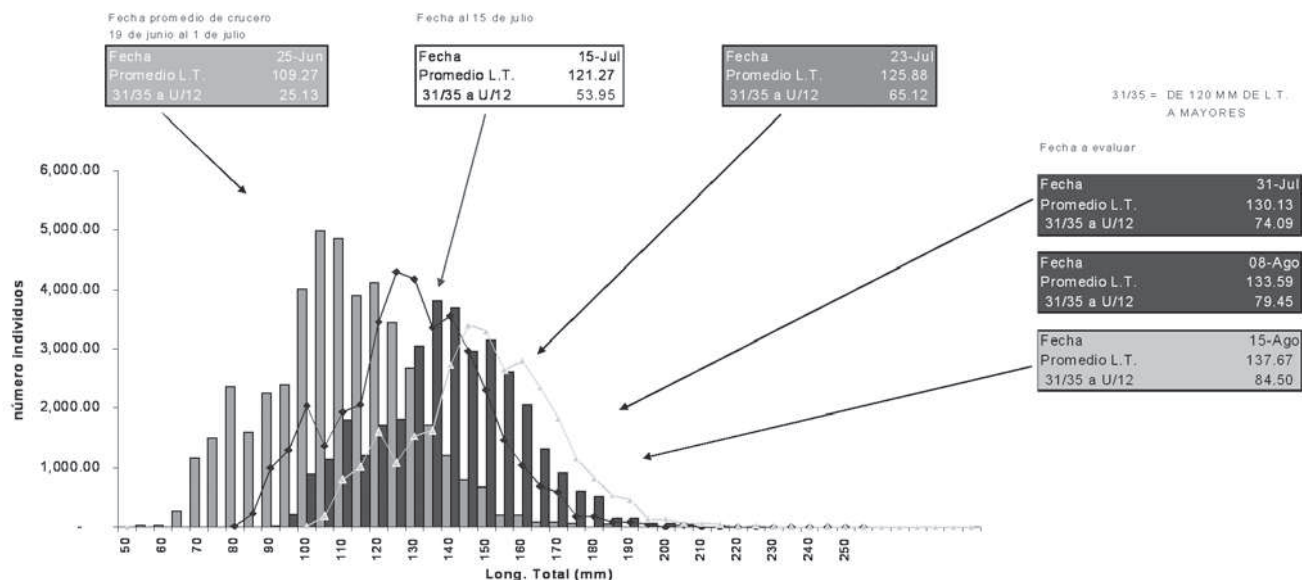


Figura 13. Progresión de la estructura de tallas, utilizando la información de tallas registradas en profundidades mayores a 12 brazas, proveniente de los cruceros de veda 2003.

Sonda de Campeche

Camarón Rosado

La información utilizada en el análisis proviene de campañas de muestreos y de información recabada en avisos de arribo.

Para analizar los indicadores de productividad para camarón rosado solo se tomó información a bordo en octubre y noviembre, meses donde tradicionalmente se han obtenido los mayores rendimientos de pesca en los últimos años. La selección de este periodo obedece a que al agregar información de otros periodos se dificulta el seguimiento de la cohorte y la obtención de datos para valorar el efecto de la veda, además que es el periodo del año que mas bien representa a la pesquería (mayores rendimientos y pesca dirigida).

Rendimientos

Los resultados muestran que en los últimos ocho años (INP, 2004), los rendimientos al término de las vedas fueron disminuyendo entre 1996 y 1988 (veda intercalada por una ventana de pesca) y los de inicio de temporada de captura comercial descendieron aún 1999 (primera veda prolongada). Sin embargo, los rendimientos aumentaron durante los años con veda larga subsiguientes (de 88 a 132 Kg/noche en octubre y de 41 a 52 Kg/noche en noviembre) (Tabla 3).

Tabla 3. **Indicadores de la productividad de la pesquería de camarón rosado en la Sonda de Campeche.**

Vedas	Octubre			Noviembre		
	Kg/noche	% de línea	% reclutas	Kg/noche	% de línea	% pacotilla
01 ago-15 nov 1996	*ND	*ND	*ND	81	90	10
01 ago-15 nov 1997	66	82	55	56	84	16
01 may-15 nov 1998	44	54	74	53	81	19
01 may-15 nov 1999	55	73	36	32	76	24
01 may-15 nov 2000	88	80	18	41	69	31
01 may-31 oct 2001	77	92	49	45	63	37
01 may-31 oct 2002	132	97	40	104	80	20
01 may-31 oct 2003	*?	*?	*?	52	79	21

* No hubo crucero en ese mes (No Disponible).

Tallas

Las proporciones de camarón de línea en los cruceros de octubre aumentaron a partir de 1999 (del 73 al 97%) y en noviembre hasta 2002 y 2003 (80 y 79% respectivamente). Las proporciones de reclutas en los cruceros aumentaron sólo hasta 2001 y 2002 (49 y 40%), y las tallas en las capturas de la pesca comercial aumentaron hasta 2002 y 2003 (con sólo 20 y 21% de pacotilla en la captura). Los datos de la captura anual de camarón rosado de línea, sugieren que la pesquería de la Sonda pudiera encontrarse al inicio de una etapa de relativa estabilidad, al parecer asociado a la implementación de vedas prolongadas a partir de 1999 (Fig. 14).

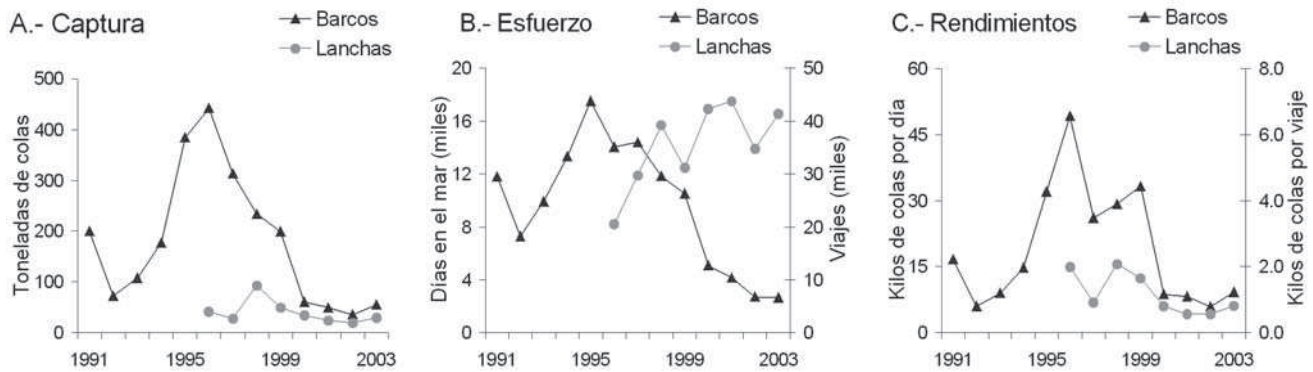


Figura 14. Camarón rosado de línea capturado en la Sonda de Campeche por la flota del estado de Campeche y Tamaulipas.

Camarón blanco y camarón siete Barbas

Durante al menos los últimos diez años las pesquerías de camarón blanco y camarón siete barbas de Campeche y Tabasco han sido objeto de estudio a través de: monitoreo continuo de las capturas durante la temporada de pesca y, monitoreo de las poblaciones biológicas mediante muestreos directos durante las temporadas de veda, por parte del Instituto Nacional de la Pesca.

Los resultados de las dos fuentes de información se utilizan como indicadores relativos del estado de salud del recurso. En el caso del camarón blanco esta información ha permitido aplicar modelos relativamente elaborados como el propuesto por Deriso. (1980), que permite incorporar varias flotas (barcos y lanchas), y evaluar abundancia, mortalidad y capturas por edad. En este caso se aplicó a datos del periodo de 1998 al 2000 para evaluar las consecuencias de adoptar diferentes periodos de veda, habiéndose establecido como puntos de referencia la captura máxima al inicio de la temporada de pesca y la cantidad de reproductores que se dejarían vivos. Utilizando como base comparativa las magnitudes resultantes de un escenario sin veda (Wakida-kusunoki y Núñez, 2001) (Para mayor detalle ver INP 2001). En el caso del camarón siete barbas, los indicadores permitieron la evaluación de la pesquería en función de tres puntos de referencia: la relación de los niveles de esfuerzo pesquero aplicados durante la temporada de capturas con respecto al esfuerzo óptimo estimado para obtener el rendimiento biológico máximo; la protección de los periodos de reproducción principales y el efecto probable de la captura incidental de camarón blanco.

En el caso del camarón blanco el último ascenso de producción en altamar se observó entre 1993 y 1996, asociado a incrementos en el esfuerzo acompañados de aumento en los rendimientos de pesca; sin embargo en los años siguientes el esfuerzo y la captura disminuyeron hasta los niveles más bajos de la década (Fig. 15). Las capturas incidentales anuales reportadas por las lanchas y sus rendimientos de pesca incidental también declinaron a partir de 1998.

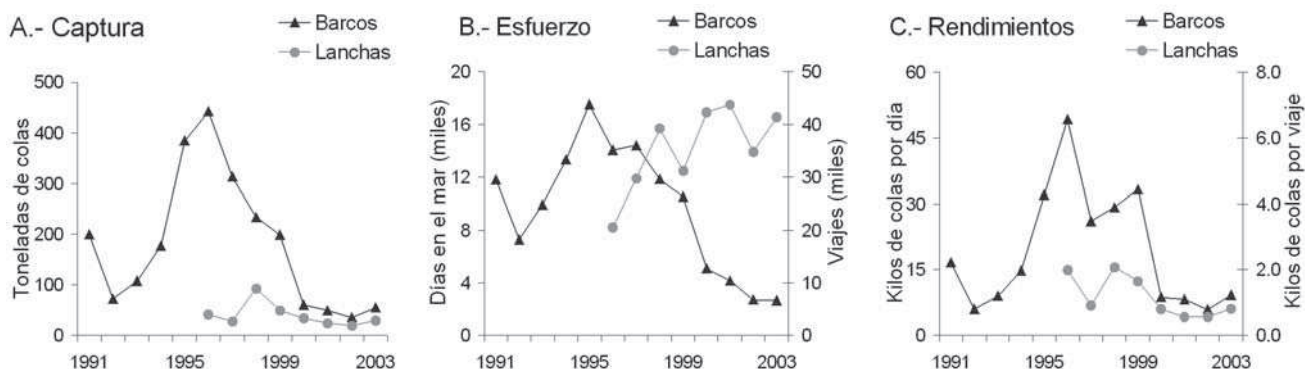


Figura 15. Indicadores pesqueros del camarón blanco. Flota de barcos y de lanchas de Ciudad del Carmen, Campeche. La captura y los rendimientos de las lanchas son incidentales, porque el esfuerzo está dedicado a la especie objetivo que es el camarón siete barbas. La unidad de esfuerzo de las lanchas es viaje de pesca.

Para ese período, los monitoreos de la población señalaron que durante las vedas respectivas los reclutamientos de camarones jóvenes a la zona marina tuvieron una drástica disminución hasta el año 2000 y una posterior estabilización en niveles bajos, a pesar de lo cual la biomasa presentó un crecimiento muy notable del año 2001 al 2002 (Fig. 16).

El modelo de la pesquería permitió asociar la disminución de los reclutamientos con los bajos rendimientos de pesca al inicio de la

temporada de captura en altamar confirmó la importancia de los reclutamientos de camarón blanco que ocurren durante las vedas para la pesca de fin de año (Wakida-Kusunoki y Núñez, 2001). Por otro lado, la mortalidad por pesca ocasionada por la flota de barcos se mantuvo estable de 1996 al año 2000, pero la ocasionada incidentalmente por la flota ribereña que captura camarón siete barbas mostró un incremento, especialmente durante las “ventanas” de pesca que se permitieron a mitad de la veda hasta el año 2000 (Wakida-Kusunoki y Núñez, 2001).

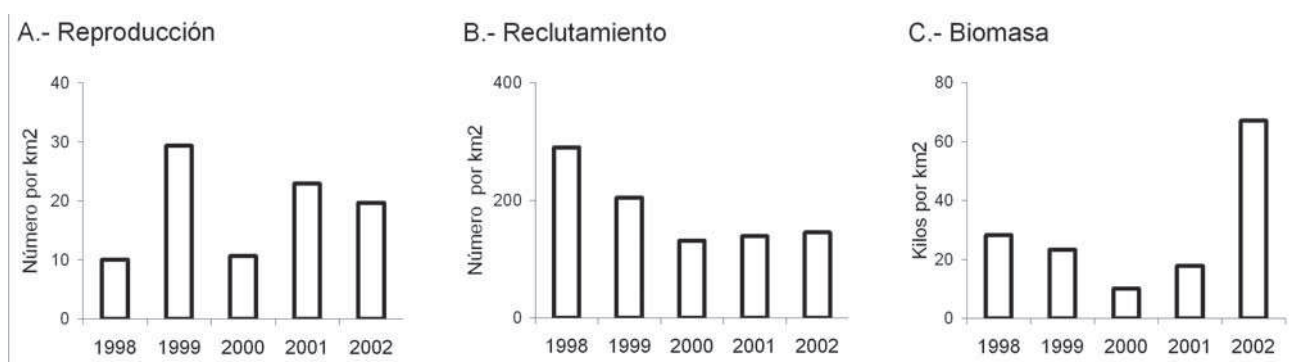


Figura 16. Comparación entre vedas de los indicadores biológicos del camarón blanco de Campeche y Tabasco. El indicador de reproducción se refiere a hembras adultas maduras; el de reclutamiento a reclutas; y el de biomasa, a camarón blanco en general.

La declinación observada en los reclutamientos fue interpretada posteriormente como un

resultado posible de condiciones ambientales desfavorables para la sobrevivencia en las áreas lagunares de crianza y/o de pesca ilegal en esos lugares, por lo que relativamente pocos camarones jóvenes lograban reclutarse a la zona marina (INP, 2003).

A partir del año 2001 se establecieron vedas continuas (sin “ventana”) de mayo a octubre para la pesca de las lanchas, y el incremento de la biomasa que se observó en las vedas de esos años sugirió que se estaba favoreciendo la sobrevivencia y el crecimiento de los animales que lograban reclutarse, pero esto no se reflejó en las capturas de los barcos, lo cual podría ser consecuencia de reducciones del esfuerzo real aplicado a la pesca de camarón blanco en altamar (INP, 2003).

El esfuerzo continuó decreciendo en el año 2003, pero la captura de inicio de temporada ya no decayó y los rendimientos de pesca correspondientes tuvieron un incremento. Se estima que, en promedio, entre los años 2001 y 2003 los barcos han estado aplicando 38% menos esfuerzo de pesca sobre el camarón blanco durante el primer trimestre de la temporada y que los rendimientos de pesca han reaumetado en 26%.

Con respecto al camarón siete barbas:

Un análisis espacial y temporal del período 1994-2001 señaló tendencias crecientes en la captura y en el esfuerzo pesquero mensuales, pero mostrando decrementos en los rendimientos de pesca unitarios que se estabilizan al final del período. Estas tendencias se atribuyeron al exceso de esfuerzo pesquero y a una ampliación del área de pesca (Wakida-Kusunoki y Núñez, 2003). Para los años 2000 a 2003 se observó que las producciones y los rendimientos de pesca del primer bimestre de las temporadas de captura disminuyeron, contrastando con un incremento en el esfuerzo. Las mismas tendencias se aprecian entre las temporadas de pesca completas, con un exceso promedio de 16% en el número de viajes de pesca (INP, 2004) (Fig. 17).

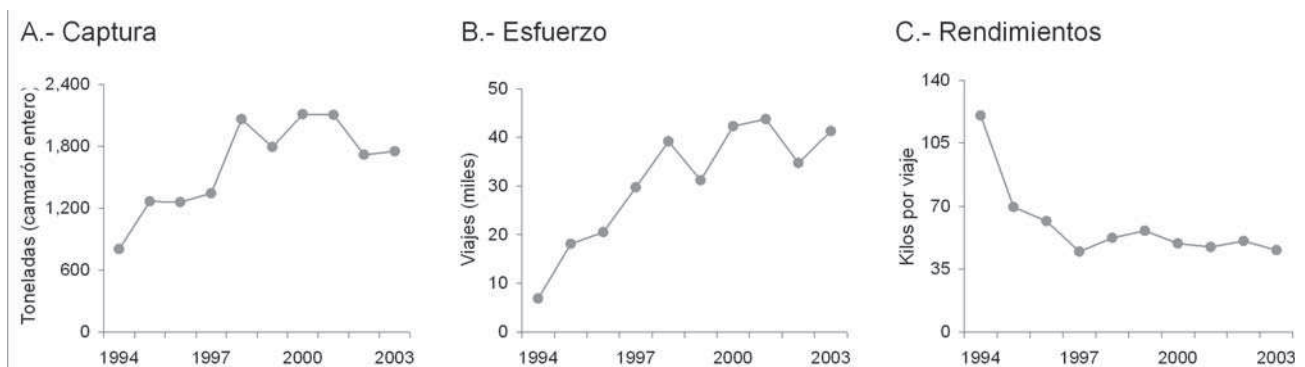


Figura 17. Indicadores pesqueros del camarón siete barbas. Flota de lanchas de Ciudad del Carmen, Campeche. Comparación entre vedas de los indicadores biológicos del camarón blanco de Campeche y Tabasco.

El monitoreo de la población ha indicado que, contrariamente a lo observado en los resultados de la pesca de los últimos años, globalmente la población de camarón siete barbas ha presentado una notable mejoría durante las vedas correspondientes (Fig. 18). En promedio, después del pico de reproducción se ha observado que el reclutamiento y la abundancia se incrementan notablemente hacia el último mes de la veda (Fig. 19) y aunque estos patrones

promedio son el resultado de una variabilidad espacial y temporal muy considerable, en todas las regiones se tienen aumentos en la abundancia hacia octubre (Núñez y Wakidakusunoki, 2003).

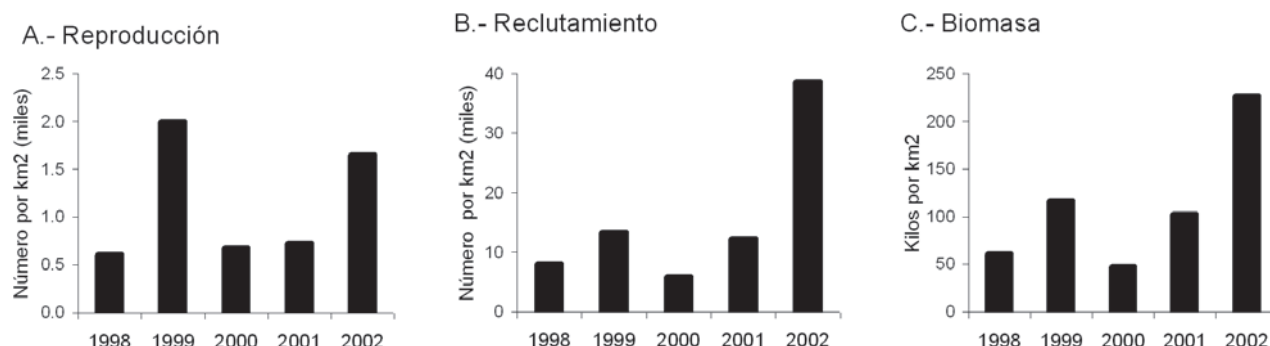


Figura 18. Comparación entre vedas de los indicadores biológicos del camarón siete barbas de Campeche y Tabasco. El indicador de reproducción se refiere a hembras adultas maduras; el de reclutamiento a reclutas; y el de biomasa, a camarón siete barbas en general.

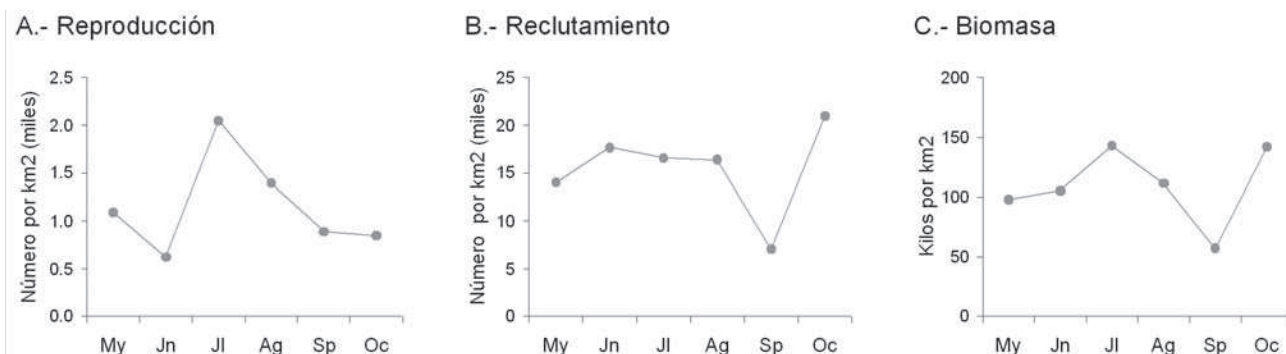


Figura 19. Comportamiento promedio de los indicadores biológicos del camarón siete barbas de Campeche y Tabasco durante las vedas. El indicador de reproducción se refiere a hembras adultas maduras; el de reclutamiento a reclutas; y el de biomasa, a camarón siete barbas en general.

En la zona de pesca principal de la flota de Ciudad del Carmen la abundancia de camarón siete barbas tuvo niveles bajos durante la segunda mitad de las vedas de los años 2000 y 2001, pero en la veda del año siguiente se duplicó. Sin embargo, se observó que la alta abundancia al inicio de octubre de 2002 disminuyó hacia finales del mismo mes, por lo que la captura y los rendimientos de pesca al inicio de la temporada subsiguiente fueron menores que el año anterior, a pesar del incremento en el esfuerzo. Con base en lo anterior, para el año 2003 se determinó que la veda para el camarón siete barbas terminara un mes antes, y aunque ese año se repitió la secuencia de eventos del 2002, estos ocurrieron con un mes de adelanto, con consecuencias negativas similares para la pesca (INP, 2004).

En cuanto a la incidencia de camarón blanco en las capturas, se ha observado que la tendencia de cambio de las proporciones de reproductores y de reclutas en la pesca incidental coincide con la tendencia de los índices independientes de reproducción y de reclutamiento de camarón blanco, y la situación promedio de los años con más meses de pesca sugiere que el período de abril a agosto es el más crítico porque ocurren los “picos”

de reproducción y de reclutamiento de camarón blanco y los porcentajes de reproductores y de reclutas en la pesca incidental alcanzan sus máximos (INP, 2003).

Contoy

El esfuerzo de pesca en la zona de Contoy es muy elevado, principalmente por el movimiento de flotas de otros estados del Golfo de México. La definición de los períodos de veda atiende básicamente a disminuir el traslado de embarcaciones que no tienen su puerto base en Quintana Roo. Los indicadores de productividad (IPPC) seleccionados para analizar el estado de la pesquería son: el esfuerzo de pesca, la captura total por especie y el crecimiento de los camarones.

Esfuerzo Pesquero y Captura Total

La información básica que se utiliza para la construcción de estos indicadores es la que se registra en los avisos de arribo en la Oficina de Pesca de la Subdelegación de la SAGARPA. La participación de barcos camaroneros foráneos a los caladeros de Contoy a partir del año 1992 ha variado (Fig. 20). En 1994, primer año que se aplica veda al recurso, se aprecia un incremento debido a que los pescadores, de cualquier recurso marino, asumen que habrá suficiente producto después de un período de protección de las poblaciones. Posteriormente, a partir de 1999 el número de barcos foráneos se incrementó drásticamente, casi en 100% de lo que se registraba con anterioridad

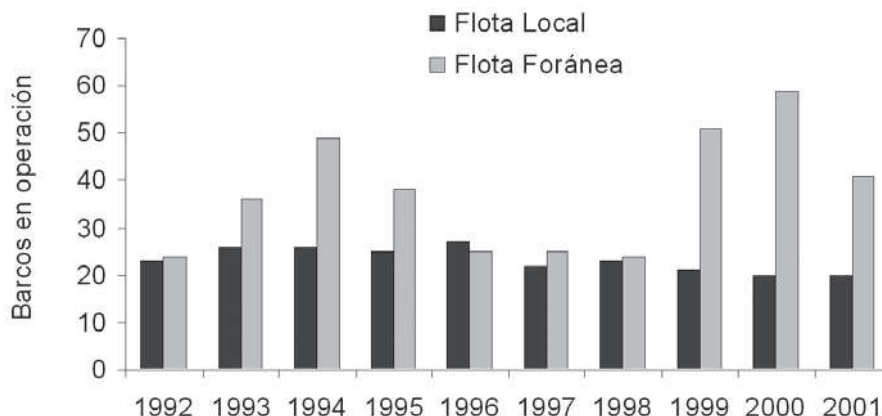


Figura 20. Número de embarcaciones locales y del Golfo de México que operaron en años anteriores en los caladeros de Contoy.

Debido a esto y a que se observaba que los rendimientos de las capturas no mejoraban, se decidió a partir del año 2002 que la veda fuera simultánea al resto de las regiones del Golfo de México.

En los años 2002 y 2003, la reducción del esfuerzo de pesca tanto en número de barcos como en días de viaje efectivo disminuyó principalmente a causa del número de meses en veda (Tabla 4). En el 2002 la captura sólo estuvo autorizada por cinco meses, las razones de este corto período de pesca fueron: veda autorizada en marzo y abril el año anterior, veda de mayo a agosto definida por los estudios realizados por el INP y, veda en el mes de octubre a solicitud de los propietarios de barcos del estado de Quintana Roo. En el año 2003 la veda fue de menor duración, cinco meses, tomándose esta decisión al considerar

los resultados de cruceros de investigación, sin olvidar el objetivo de reducir el esfuerzo de pesca en número de barcos. Se estima que el número de barcos foráneos provenientes de otros estados del Golfo de México descendió en casi un 80%, con lo cual el número de días efectivos de pesca también disminuyó considerablemente.

Los resultados obtenidos respecto a las capturas de las especies comerciales de camarón en Contoy (Tabla 5), a partir de la nueva definición del período de veda, parecieran no ser muy alentadores considerando el período de protección del recurso; sin embargo, como consecuencia de la reducción de los días efectivos de pesca no se esperarían volúmenes de captura mayores a los registrados en años anteriores.

Tabla 4. **Diferencias del esfuerzo de pesca entre las flotas en los años 2002 y 2003, a partir de vedas simultáneas con el resto del Golfo de México.**

AÑOS	2002			2003		
	Local	Foránea	TOTAL	Local	Foránea	TOTAL
Número de barcos	14	8	22	14	9	23
Días de pesca	360	85	445	998	238	1236
Número de viajes	41	10	51	80	20	100

Tabla 5. **Diferencias de las capturas de camarón de Contoy en vedas simultáneas con el Golfo de México y respecto a años anteriores.**

especies		1997-2001 (promedio)	2002	2003	Observaciones
Captura (t) (sin cabeza)	Camarón rojo	130	28	68	
	Camarón de roca	113*	17	147	*Sesgado (ver texto)
CPUE (kg) (sin cabeza)	Camarón rojo	50	60	60	
	Camarón de roca	40*	40	120	*Sesgado (ídem)
días de viaje		2674	450	1236	Cifras de capturas y rendimientos consecuencia del esfuerzo de pesca

El promedio anual de cinco años (1997 – 2001) de la captura de camarón rojo descabezado (*F. brasiliensis*) fue de 130 t y en los años 2002 y 2003 se registraron 28 y 68 t respectivamente. Por otra parte, en la veda establecida se incluyen los meses de mayo y junio, parte de la época en que se han registrado históricamente las mayores capturas de esta especie. Sin embargo, es importante señalar que los rendimientos de pesca no han disminuido y se mantienen alrededor de 50 kilos por noche (CPUE), conformados en gran parte por individuos de tallas grandes.

La situación para el camarón de roca (*S. brevirostris*) es diferente; el promedio anual de la captura de camarón sin cabeza de los mismos cinco años fue de 113 t, cifra poco representativa ya que las capturas van de 50 a 250 t. Aún así, en el año 2002 la captura descendió drásticamente a 17 t muy probablemente debido a la aplicación de la veda en el mes de octubre y al mal clima de noviembre ('nortes'). Cabe señalar que la época de captura de organismos de talla comercial de esta especie es de octubre a diciembre y ocasionalmente hasta enero. Para el año 2003 la captura incrementó notoriamente a 147 t manteniéndose la veda en el mes de octubre. Este incremento probablemente estuvo asociado a un aumento del número de días efectivos de pesca respecto al año anterior y al crecimiento de los camarones durante los meses de veda.

Crecimiento en Talla

Este indicador se obtiene al estimar la longitud total promedio por mesa partir de cruceros de investigación realizados en la época de veda, con derroteros específicos de muestreo, para conocer el estado de las poblaciones en las áreas de pesca comercial.

El tercer indicador, especialmente importante para la definición del mes de apertura de la temporada de pesca, es el crecimiento de los camarones durante los meses previos. Además de considerar la talla mensual promedio de la población, se analizó el cambio de la estructura de tallas durante el período de veda a partir de muestras obtenidas de cruceros de investigación con este propósito específico. El parámetro que permite prever cual será la composición de las capturas comerciales al inicio de la pesca es la talla a la cual los camarones están completamente reclutados a la pesquería.

Para el camarón rojo la talla de reclutamiento se estima en 120 mm de longitud total (LT). En la figura 21 se muestran las estructuras de tallas de mayo a agosto del año 2003 y la progresión de las tallas (modas, líneas punteadas). Además del crecimiento de los organismos de alrededor de 1 cm cada mes, se aprecia el ingreso de nuevas generaciones a la pesquería y se esperaría un reclutamiento fuerte en el mes de septiembre lo cual sugiere implementar la veda a partir de este mes. Respecto a la proporción de camarón de línea y pacotilla fue de 3:1 en el primer mes de pesca (septiembre, justo después de la veda); es decir, la captura se conformó en un 75% de camarón grande.

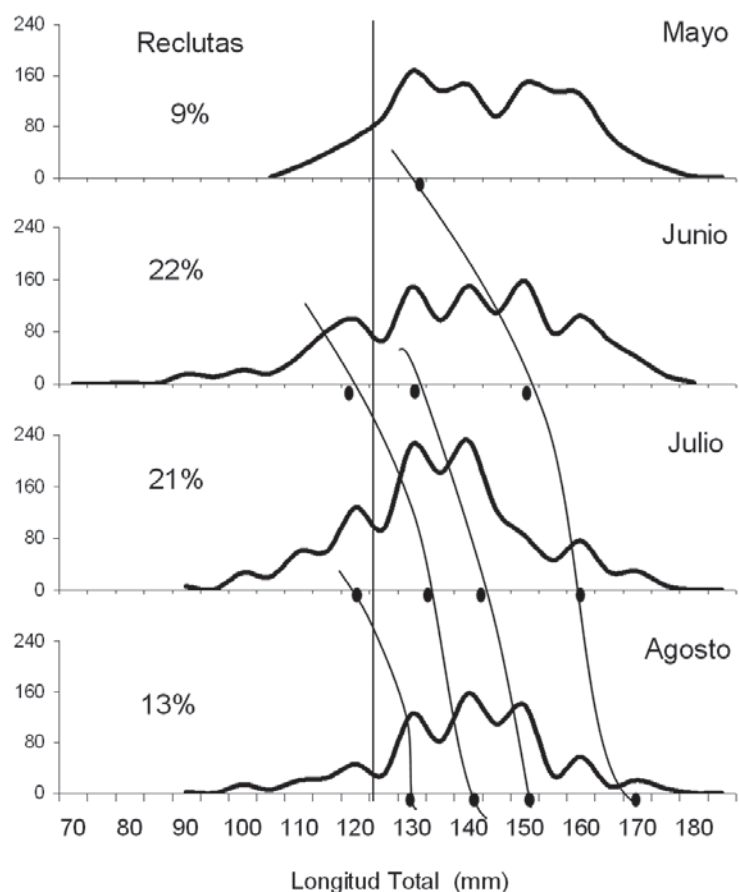


Figura 21. Crecimiento del camarón rojo en los meses en veda, excepto octubre, en el año 2003 en los Caladeros de Contoy.

En el caso del camarón de roca la talla de reclutamiento a la pesquería es de 85 mm de longitud total; tallas menores no se comercializan y es preferible que se permita su crecimiento mediante las vedas para obtener un producto de mejor calidad y precio. En la figura 22 se aprecia el incremento en talla de los camarones durante los meses de veda del año 2003, es notoria la progresión de las cohortes llegando hasta el mes de octubre una población capturable adecuada para ser comercializada casi en su totalidad. Para ese año, el crecimiento se vio reflejado en la captura de los meses inmediatos a la veda (septiembre-noviembre-diciembre), es decir, representó el 98% del total anual de 147 t.

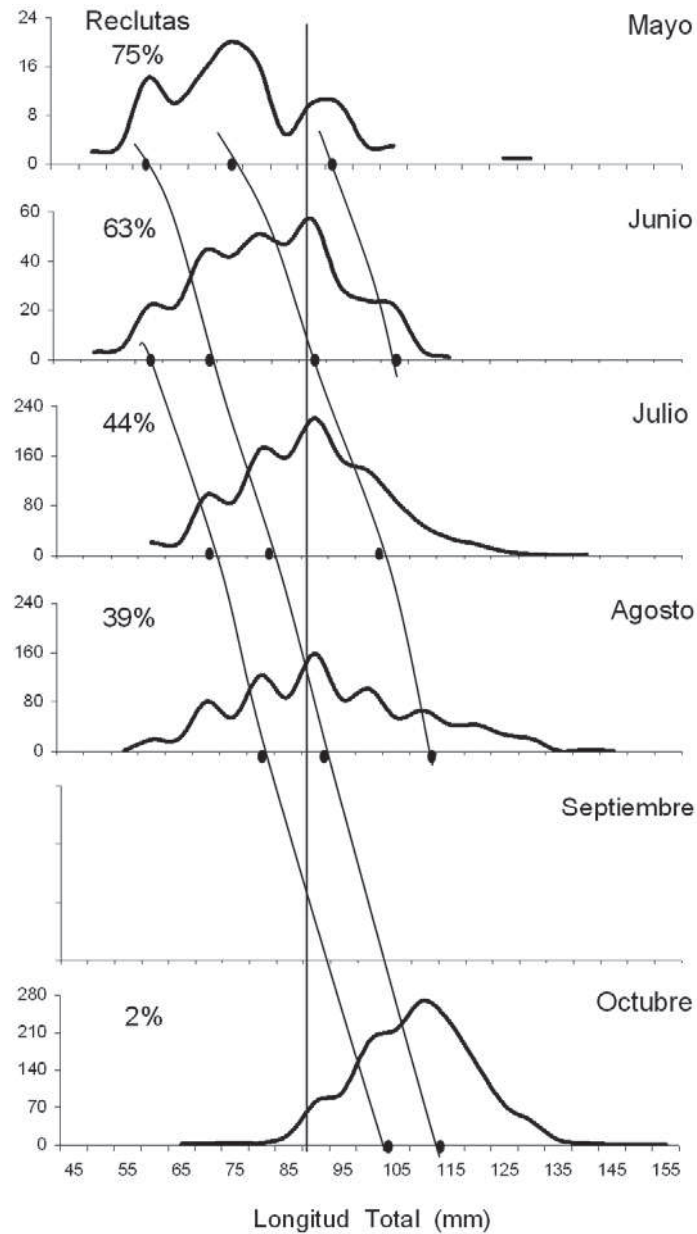


Figura 22. Crecimiento del camarón de roca en los meses en veda durante el año 2003 en los Caladeros de Contoy. En el mes de septiembre se permitió la pesca, se incluye a manera figurativa únicamente.

Estado actual de la pesquería de Camarón en el Golfo de México y Mar Caribe

Tamaulipas-Veracruz

La pesquería de camarón del norte del Golfo de México se encuentra en un estado de aprovechamiento máximo. El objetivo de manejo es sostener la producción a largo plazo. Ésta debe incluir el control o reducción de la mortalidad por pesca en cuerpos lagunares y la protección de la reproducción.

Sonda de Campeche

La pesquería industrial de camarón de la Sonda de Campeche se ubica en niveles de producción muy por debajo de los que se encontraban en las décadas de los años sesenta y setenta. Se requiere aplicar una estrategia de recuperación. Las poblaciones de camarón rosado y blanco no se han recuperado y se encuentran sobreexplotados.

La pesquería de camarón siete barbas actualmente se encuentra en niveles de sobre-esfuerzo pesquero.

Contoy

La pesquería de las especies de camarón de Contoy está plenamente aprovechada. La estrategia a seguir es una de mantenimiento de sus niveles de producción. Se debe mantener el criterio de control y preferiblemente reducción del número de embarcaciones.

PERSPECTIVAS:

Estrategias de manejo

En el litoral del Golfo de México, la situación de las poblaciones de camarones presentan diferencias marcadas. Mientras el camarón café y camarón siete barbas se encuentran en el límite de su capacidad de producción biológica, el camarón rosado y blanco en la Sonda de Campeche presentan una marcada sobreexplotación. Solo una administración cuidadosa, podrá permitir la continuación de la actividad pesquera sobre estas especies.

En el apartado de Manejo se mencionaron los objetivos de administración que se pretenden cumplir con la aplicación de las vedas. Sin embargo, dado que en muchas ocasiones, como es el caso de la pesquería secuencial de camarón, existe competencia por el recurso entre sectores económicos, los objetivos a lograr desde el punto de vista de cada sector son conflictivos y en ocasiones excluyentes. Willman y García (1985) exponen esta situación como típica para las pesquerías artesanal e industrial de camarón a nivel internacional.

El esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial, en la pesquería de camarón del Golfo de México, se encuentra en un nivel superior al que pudiera permitir las condiciones óptimas de aprovechamiento y una relación armónica entre los sectores involucrados; esto es, hay una sobrecapacidad del esfuerzo. En las últimas dos décadas, la competencia entre el sector artesanal y el industrial por la captura se ha incrementado así como el número de usuarios.

Ante esta situación, la aplicación de las medidas administrativas debe ser bajo un contexto donde todos los sectores involucrados estén convencidos de que se obtendrá una ganancia, tanto para el recurso como para ellos mismos.

Como ya menciono anteriormente los precios de las tallas comerciales han sufrido una drástica disminución y el diesel ha aumentado de manera significativa. Por ello, cualquier medida de administración en altamar debe de tomar en cuenta la maximización de la renta neta, lo cual se ha estado considerando en los criterios de orden técnico pretendiéndose maximizar el rendimiento económico por organismos (relación entre el incremento en talla, precio y mortalidad). Desde el punto de vista social, la convivencia de la actividad pesquera con la industria petrolera ha generado conflictos sociales debido al aumento de áreas restringidas a la navegación y pesca por los trabajos de exploración y explotación.

Dentro de este marco de referencia, los principales aspectos que caracterizan la situación de la pesquería de camarón del Golfo de México son los siguientes:

- 1) Las principales demandas del sector son: mantener la captura y conservar el nivel actual de convivencia entre los sectores artesanal e industrial de la pesquería. Los objetivos de maximizar la producción y mantener la actividad de los sectores en su nivel actual (o aumentarlo) son mutuamente excluyentes. Poffenberger (1984) describe ese caso como una situación típica en que los beneficios sociales del sector artesanal de la pesquería se ven involucrados como un factor de peso en las decisiones de administración, a expensas del ingreso económico total de la pesquería.
- 2) Existe la necesidad de recuperar las poblaciones de camarón blanco y rosado.
- 3) Existe también la necesidad de mantener la viabilidad de la flota local de Contoy (de importancia regional), conservando la libertad de movimiento de la flota.

Con la situación actual de explotación de los recursos no es posible esperar aumentos significativos en la producción de la pesquería de camarón café de Tamaulipas-Veracruz. En las circunstancias actuales, la estrategia encaminada a sostenerla en los niveles actuales a largo plazo debe incluir los periodos de veda que permitan el mejor aprovechamiento posible por todos los usuarios del recurso.

En esta zona, el énfasis se ha puesto hasta ahora en evitar la sobrepesca de crecimiento (que tiene como resultado la captura predominante de tallas pequeñas), protegiendo en lo posible la emigración al mar y el crecimiento en altamar para que alcanzar el máximo rendimiento económico.

Una medida que se aplicó en el 2002 como emergente para disminuir la sobrepesca del reclutamiento fue un periodo de veda en octubre. Los resultados no fueron cuantificados pero considerando que esta zona soporta el peso de la industria camaronera del Golfo y que se tendría un costo menor en cuanto captura, se debe de analizar la posible conveniencia de adoptar vedas en la zona de Tamaulipas y Veracruz durante el periodo de reproducción que origina la cohorte principal.

Con las vedas aplicadas en la Sonda de Campeche, se ha logrado, aparentemente, una cierta estabilización de la pesquería; además se ha acrecentado el valor económico del producto de la pesca al aumentar la talla media de los individuos capturados. No obstante, para consolidar la estabilidad o para intentar la recuperación de las poblaciones cuya abundancia

ha decrecido, se debe dar continuidad a las medidas de manejo que han dado los mejores resultados, como por ejemplo las vedas establecidas de 2001 a 2003.

Sin embargo, la industria camaronera del estado de Campeche se encuentra a la fecha en severa crisis, debido a la sobrecapitalización de su planta industrial, cuya capacidad de procesamiento resulta ahora excesiva para la cantidad de camarón que se descarga en los dos puertos del estado. Aun cuando el número de barcos se ha venido reduciendo, la flota se halla sobredimensionada en cuanto a que su capacidad de operación, excede a la cantidad de camarón que efectivamente logra extraer para mantener una renta neta positiva de la actividad, esto, debido a la disminución en la abundancia de las poblaciones en el mar. La tendencia a la baja de las capturas en esa región no afecta solamente a su área inmediata de operación, puesto que la movilidad produce un incremento en la presión de explotación sobre las zonas de Tamaulipas y Contoy.

Por lo tanto, la estrategia que se siga en la Sonda de Campeche deberá contemplar de manera integral, el movimiento de las flotas locales entre las diferentes zonas camaroneras de todo el litoral del Golfo de México y Mar Caribe, y controlar el esfuerzo de pesca en niveles que permitan el aprovechamiento sostenido de sus recursos. Esto implica que en las actuales condiciones, no se deberá permitir el aumento del número de embarcaciones en ninguna de las pesquerías.

La captura obtenida en la Sonda de Campeche se ha reducido hasta un nivel cercano al 10% de la que se obtenía a principios de los años setenta; y a partir de 1982, la flota de esa zona se ha reducido a un 30% del número de barcos, aunque con un aumento en su eficiencia. A esto se debe agregar el efecto del aumento del esfuerzo artesanal y en consecuencia de los reclutamientos

En la situación actual, la captura realizada por la flota de Campeche durante julio y agosto en Tamaulipas y Veracruz permite que la operación de esta flota en la Sonda a fines de año y principios del siguiente sea rentable. Esta dinámica provoca un nivel alto de esfuerzo local por la flota industrial en la Sonda

Se discute actualmente la importancia relativa de factores ambientales, pérdida de hábitat, contaminación y otros frente a la sobrepesca en la reducción de las poblaciones. Estudios recientes menciona que las poblaciones de camarón rosado sufrieron una sobrepesca del reclutamiento y esto sumado a anomalías en temperatura son causa de la disminución marcada de las existencias de camarón rosado (Ramírez Rodríguez y Arreguín-Sánchez. 2000).

La veda en Campeche se dirigió en una primera etapa a la protección del crecimiento y al aumento del valor de la captura para, posteriormente, proteger las reproducciones de primavera-verano de los camarones blanco y rosado. Dados los niveles tan bajos de esas poblaciones, se ha seguido protegiendo también la reproducción de otoño.

Los problemas encontrados hasta ahora en la aplicación de la medida administrativa consisten en la resistencia del sector productivo (en particular el artesanal) a su aplicación, la evasión de su cumplimiento por fracciones del sector productivo, dada la precaria situación económica del mismo y la falta de alternativas de empleo. Una veda larga, que agrava esta

situación, resulta que las especies protegidas (el camarón blanco y el rosado) tienen sus periodos reproductivos en meses diferentes.

La estrategia a seguir deberá realizarse en dos etapas:

La primera, de estabilización de la producción mediante la continuidad de las vedas que tienen como objetivo proteger el crecimiento de los organismos en estuarios y aguas bajas de la costa; y para maximizar la biomasa aportada por los individuos juveniles de las poblaciones actuales. Ejemplo de este último criterio han sido las vedas permanentes aplicadas desde 1993.

La segunda etapa, de recuperación de los niveles previos de la población, se refiere a la protección del reclutamiento a través del control del esfuerzo de la pesca en altamar, lo que implica la extensión de las temporadas de veda para proteger los periodos de reproducción que generan las cohortes más importantes del año. Esta etapa, aparentemente ha sido iniciada con las vedas temporales establecidas desde 1999 observándose mejores resultados a partir de 2001.

En el caso del camarón siete barbas, a pesar de los periodos de veda y de lo razonable que parece el esquema de protección-elevación de la biomasa-cosecha, se ha observado que los rendimientos de pesca al inicio de la temporada se han ido reduciendo, en un proceso paralelo con incremento en el esfuerzo durante la temporada. Aunque la baja en los rendimientos también puede deberse a variaciones naturales del recurso (o bien a factores aun desconocidos), se prevé que el exceso de esfuerzo puede tener efectos negativos de mediano y largo plazo sobre la población del recurso y consecuentemente sobre las capturas. Lo anterior sugiere que la estrategia de regulación mediante una veda espacial y temporalmente continua es correcta, pero es necesario complementarla con una estrategia para reducir en términos reales el esfuerzo que se ejerce sobre el recurso.

La administración por medio de vedas de la pesquería de la zona de Contoy presenta dos problemas principales:

- Las dos especies que se explotan tienen patrones de reclutamiento a las áreas de pesca diferentes.
- El segundo problema es el movimiento de flotas del Golfo de México a esta zona, ya que al ser ésta pequeña, se corre el riesgo de caer fácilmente en un estado de sobrepesca si no es controlada

Parte de la estrategia a seguir debe ser, tal como se han establecido hasta ahora, definir periodos que eviten el traslado de flotas foráneas hacia la zona de Contoy.

El esquema de vedas deberá ser seguido por una estrategia de control del esfuerzo de pesca con el fin de mantener niveles de explotación que permitan el aprovechamiento sostenido. Se recomienda no aumentar el esfuerzo actual en ninguna de las pesquerías.

Los problemas económicos de la flota en el Golfo de México son reflejo tanto de la mala condición de las poblaciones de camarón como del sobre-dimensionamiento de la flota.

Esta situación puede ser debida entre otras cosas a la caída de los precios de camarón, al aumento en los precios del diesel marino, a factores ambientales, al incremento en la eficiencia de captura de las flotas y de su movilidad, factores que en conjunto han motivado un incremento en la presión pesquera en todas las áreas del Golfo de México.

Otro punto importante que se debe de tener en cuenta en las estrategias de manejo, es la interacción de la industria pesquera con la de exploración y extracción del petróleo. El aumento de las áreas de exclusión reduce las áreas de pesca; la prohibición del tránsito de embarcaciones por algunas áreas ha provocado incrementos en los costos de operación. Adicionalmente, y aún cuando no hay evidencias contundentes, deben considerarse los posibles efectos ambientales sobre el hábitat, incluyendo la posible contaminación resultado de sus actividades. El efecto de la industria petrolera sobre los recursos pesqueros no se ha cuantificado aun.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Existen amplias posibilidades de colaboración entre el sector académico, el productivo y el Instituto Nacional de la Pesca. El Instituto lleva a cabo monitoreos continuos de las poblaciones explotadas. Ese monitoreo debe ser extenso en área (incluyendo lagunas costeras, zona costera y altamar de la mayor parte del litoral nacional) y frecuente, lo que dificulta en extremo tener una cobertura total de los eventos importantes del ciclo de vida de las especies explotadas. La colaboración de otras instituciones para extender el alcance temporal y espacial de esos monitoreos, en particular en áreas donde se presentan etapas tempranas del ciclo de vida de los camarones explotados es un campo de grandes potencialidades.

La biología del camarón presenta todavía amplio campo de investigación por desarrollar en las áreas de la biología reproductiva y los mecanismos de reclutamiento. En particular, el efecto sobre el reclutamiento de factores ambientales como patrones de circulación costera, los “nortes”, las precipitaciones pluviales, las surgencias y otros (Gracia, 1991; Rogers et al., 1993) son un campo apenas explorado, donde la participación de oceanógrafos físicos es indispensable. En este sentido, aunque hay trabajos desarrollados sobre la dinámica estacional de la relación parentela-progenie, como el caso del camarón café de las costas de Tamaulipas (Arreguín-Sánchez 1995), o sobre la relación entre reclutamiento y la vulnerabilidad a la pesca (Castro y Arreguín-Sánchez 1997), aún hay muchas lagunas de conocimiento importantes para en entendimiento de estos procesos y su aplicación directa a manejo.

El problema de la secuencialidad de las pesquerías de camarón sigue siendo un aspecto central para el manejo del recurso que requiere de investigación. El principal problema radica en lograr mantener un balance dinámico entre la explotación en aguas interiores y de plataforma tal que permita mantener ambas pesquerías de manera sustentable. Arreguín-Sánchez y Castro-Meléndez (2000) han explorado una aproximación basada en la relación entre los cambios en la supervivencia (y por tanto de reclutas hacia la pesquería marina) y las capturas obtenidas en aguas interiores. Sin embargo aún hay serias lagunas de conocimiento como para sustentar sólidamente medidas de manejo en la pesca secuencial.

Otro aspecto de gran relevancia es incorporar el análisis de ecosistemas al estudio de las pesquerías; el papel de la pesca en la estructura y función del ecosistema es de gran relevancia pero también el marco de referencia de las respuestas del ecosistema ante estrategias de manejo específicas suele ser de gran importancia para medir el posible éxito de las mismas. En este sentido el marco de referencia del ecosistema puede aportar información complementaria de gran relevancia para el manejo del recurso camarón en el Golfo de México, pero de manera particular cuando se trata de pesquerías secuenciales.

Para el caso del camarón rosado de la Sonda de Campeche ya se han aplicado este tipo de modelos explorando el papel que ha tenido la pesca de camarón y su declinamiento en el ecosistema, así como posibilidades de recuperación (Arreguín-Sánchez 2002, Zetina et al. 2003, Arreguín-Sánchez et al. 2004). De estos resultados se han sugerido posibilidades de recuperar en cierto grado la población mediante un manejo integral de las diferentes flotas pesqueras regionales, aspecto que por el momento no ha tenido una respuesta de la sociedad que haga pensar en su factibilidad.

También es necesaria la participación de los sectores académico y productivo en estudios sobre las condiciones sociales y económicas de la pesquería que permitan obtener el mejor aprovechamiento del recurso en esos aspectos; de manera particular sobre aspectos que permitan valorar la factibilidad y aceptabilidad de estrategias de manejo. Algunos aspectos interesantes podrían ser: examinar en detalle el efecto económico (y las causas y efectos sociales) de la diferencia en velocidad de crecimiento entre la pesca industrial y artesanal, y los efectos económicos de la organización de ésta última. También el efecto del cultivo de camarón sobre los rendimientos económicos de la pesquería.

En general, se requieren estudios bioeconómicos de la situación actual de la pesquería industrial de camarón. En cuanto a la pesca de ribera se requieren estudios del efecto de la organización de los productores sobre los precios del producto, de los beneficios económicos obtenidos por los pescadores y del efecto que esta pesca tiene sobre la economía de la pesquería de camarón en su conjunto.

Este es un amplio campo para la investigación de economistas y sociólogos.

Por último, debido al importante desarrollo previsto en el futuro de la industria de la extracción de hidrocarburos en el Golfo de México es necesario realizar estudios que tengan como objetivos conocer las relaciones y los posibles efectos, tanto ambientales como los sociales sobre la pesquería de camarón.

La investigación en estos aspectos, lejos de tener solo relevancia teórica, es muy necesaria y de aplicación inmediata a la administración del recurso. En este punto se requiere de la colaboración de las instituciones locales y nacionales de investigación. El acercamiento entre el INP y esas instituciones es altamente deseable para establecer un plan regional de investigación y aprovechar plenamente la infraestructura científica disponible.

En el Golfo de México y el Caribe se explotan varias especies de camarón, con diferentes periodos de reclutamiento, grados de explotación y situaciones diversas de las flotas locales. Sin embargo, la administración de las pesquerías de camarón del Golfo y el Caribe debe considerarse como conjunta.

En este sentido debe considerarse que aún la aplicación de medidas de alcance local, como las vedas regionales, tienen repercusiones en el litoral en su conjunto ya que las acciones de cierre-apertura de vedas y zonas de pesca motivan la movilidad de las flotas. El esquema global de administración debe incluir un balance entre los criterios de maximización de la ganancia económica al corto plazo, la distribución de la misma y los objetivos de conservación del recurso para las generaciones futuras.

El encontrar ese balance es un objetivo que requiere de la participación de todos los sectores, tanto en los aspectos de investigación como en los de aplicación de las medidas administrativas.

REFERENCIAS

- Aguilar, F., M. Sandoval, L. Gómez, J. González, B. Delgado y V. Sosa. 1996. Impacto de una veda en la pesquería de camarón de la zona de Contoy, Quintana Roo, México. Mems. II Symposium sobre investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B.C.S.
- Arreguín-Sánchez, F. 1981a. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de las costas de Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera* 1(1):61-70.
- Arreguín-Sánchez, F. 1981b. Diagnósis de la pesquería de camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roó, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.* 25:39-77.
- Arreguín-Sánchez, F. 1981c. Diagnósis de la pesquería de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1817) de Contoy, Q. Roó, México. *Ciencia Pesquera* 1(2):1-85.
- Arreguín-Sánchez, F. 1995. Trends In: monthly Recruitment / Spawning Stock ratio (R/SSr): the brown shrimp *Penaeus aztecus* from the NW Gulf of México. 23-34 pp. In: Courtney, A. and M.G. Cosgrove. Proc. Workshop on Stock Recruitment Relationships in Australian Crustacean Fisheries. Joondoburri Conference Centre, June 1-3, 1994. Australia. 153p.
- Arreguín-Sánchez, F. 2002. Impact of harvesting strategies on fisheries and community structure on the Continental Shelf of the Campeche Sound, Southern Gulf of Mexico. In: Proc. The Use of Ecosystem Models to Investigate Multispecies Management. Strategies for Capture Fisheries. Fisheries Centre Research Reports. Vancouver, Canada. 10(2):127-134
- Arreguín-Sánchez, F. and R.G. Castro-Meléndez. 2000. On the interdependence of sequential fisheries: The brown shrimp, *Penaeus aztecus*, fisheries in the northwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*. 73(3):333-343
- Arreguín-Sánchez, F., M. J. Zetina-Rejón, S. Manickchand-Heileman, M. Ramírez-Rodríguez and L. Vidal. 2004. Simulated response to harvesting strategies in an exploited ecosystem in the southwestern Gulf of Mexico. *Ecological Modelling* 172:421-432
- Castro, R. G. y R. Santiago. 1976. Veda experimental de camarón en las costas de Tamaulipas en 1974. Pp. 393-426. Mems. del Simposio sobre la Biología y Dinámica Poblacional del Camarón. S.I.C. Pesca. Guaymas, Sonora, México.
- Castro, R. G. 1982. Análisis biológico pesquero del camarón café *Penaeus aztecus* en las Costas de Tamaulipas, México. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Castro, R. G. and F. Arreguín-Sánchez. 1997. Mortality and stock assessment of the brown shrimp, *Penaeus aztecus* (Crustacea: Penaeidae), in the northwest Gulf of Mexico. *Revista Biología Tropical*. 45(3): 1075-1083.
- Castro, R.G., F. Arreguín-Sánchez y E. Chávez. 1986. Análisis regional del recurso camarón en aguas del NO de México (Tamaulipas y Veracruz, México). CRIP Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cinta, R. 1985. Dimensión actual de la pesca en México. En: *Desarrollo Pesquero Mexicano*. SEPESCA. México.
- Cook, H.L. and M.J. Lindner. 1965. Synopsis of biological data on the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891. *FAO Fish. Synop.* 102:1471-1497.
- D.O.F. 1994. Acuerdo por el que se declara como area natural protegida de flora y fauna, la region conocida como Laguna de Terminos, ubicada en los municipios de Carmen, Palizada y Champoton, estado de Campeche. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 6 de Junio de 1994. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 6 de Junio de 1994.
- D.O.F., 1997. Aviso donde se da a conocer la autorización para utilizar charangas como equipos de pesca para la captura de camarón en los sistemas lagunarios estuarinos de Tamaulipas y del norte de Veracruz. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 6 de Junio de 1994.
- Deriso, R.B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for an age-structured model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:268-286.
- FAO. 1978. Informe de la reunión conjunta de la COPACO. Grupo de Trabajo sobre la Evaluación de los Recursos Pesqueros y Grupo de trabajo sobre la Evaluación de los Recursos Camaroneros y Bogabante. Cartagena, Colombia, 18-23 de noviembre, 1977. *Inf. Pesca* 211:1-107.
- Fuentes, D., R. Castro, L. Schultz, R. Portugal y M. Oropeza. 1976. Pesquería de camarón de altamar en el Golfo de México. Pp. 186-211. Mems. del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son.
- Gonzalez Cruz A, A. T. Wakida-kusunoki, A. T y R. Urbina. 2004. Estudio para determinar el numero de charangas para la captura de camarón en Laguna Madre, Tamaulipas. En: Investigación para el ordenamiento pesquero del Noroeste del Golfo de Mexico. INP – SAGARPA.
- Gracia, G.A. 1989. Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de Méx.
- Gracia, G.A. 1991. Spawning stock recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120:519-527.
- Gracia, G. A. 1997. Gracia, A., 1997. Simulated and Actual Effects of the Brown shrimp, *Penaeus aztecus*, Closure in Mexico. *Mar. Fish. Rev.* 59:18-24.
- Guitart, B. y A. Hondares. 1980. Crustáceos. *Rev. Cubana Inv. Pesq.* 5(3):1-21.
- INP. 1995. Documento técnico de soporte para la definición de las temporadas de veda de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- INP. 2001. Sustentabilidad y Pesca responsable en Mexico. Evaluacion y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 1111 p.
- INP. 2003. Fundamento Técnico para el Establecimiento de Vedas en el Golfo de México en 2003. Informe Técnico. Instituto Nacional de la Pesca (inédito). <http://inp.semarnat.gob.mx/dictamenes>

- INP. 2004. Fundamento Técnico para el Establecimiento de Vedas en el Golfo de México en 2004. Informe Técnico. Instituto Nacional de la Pesca (inédito). <http://inp.semarnat.gob.mx/dictamenes>.
- Itzá Noh, J.V. y J.A. Uribe-Martínez. 2004. Características de la flota camaronera del puerto de Campeche en 2003. CRIP Lerma, Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Lindner, M.T. and H.T. Cook. 1970. Synopsis of biological data on the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). *FAO Fish Rep.* 57:1439-1469.
- Merino, M. 1992. Afloramiento de la plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Nader, J.A. 1989. Análisis biológico pesquero del camarón café (*Penaeus aztecus* Ives, 1891), de altamar en el noreste del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Nuevo León, Monterrey, N.L.
- Navarrete-del Prío, A. y J.A. Uribe-Martínez. 1993. Evaluación de la pesquería industrial del camarón de altamar del puerto de Campeche, México, en el período 1981 a 1990. INP, México. *Ciencia Pesquera* (10):33-41.
- Navarrete, A., H. Garduño y A. Gracia. 1994. La pesquería de camarón en alta mar, Golfo de México y Caribe Mexicano. Pp. 29-63. En: *Pesquerías Relevantes de México*. INP. México.
- Núñez, M. G. y A. T. Wakida-kusunoki. 1997. Pesca de fomento del camarón siete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, en Campeche y Tabasco, 1994-1997. CRIP Ciudad del Carmen. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Núñez Márquez y Wakida- Kusunoki, A. T. 2003. Efectos de las vedas del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de Campeche, México. En Wakida Kusunoki, A. T., Rafael Solana Sansores y J. Uribe Martínez, 27 – 30 p. En: Wakida Kusunoki, A. T., Rafael Solana Sansores y J. Uribe Martínez (Eds) *Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México*. Campeche, Campeche, de 27 de Febrero al 1 de Marzo de 2002.
- Ocean Garden Products. 1998. Boletín sobre el comportamiento del mercado del camarón. agosto/septiembre, no. 15. Ocean Garden Products Inc. La Jolla, California.
- Palomino, O.I., R.G. Castro, R. Fernández y A. Rangel. 1996. Composición estacional de la fauna de acompañamiento del camarón en el noroeste del Golfo de México. CRIP Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Palomino, O. I., R. G. Castro, J. A. Gonzalez R. 1998. Distribución y abundancia de la fauna de acompañamiento del camarón para la estación de invierno en el NO del Golfo de Mexico, 1997 - 98. CRIP Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Pérez-Farfante, I. 1978. Families Hippolytidae, Palaemonidae (Caridea), and Penaeidae, Sicyoniidae and Solenoceridae (Penaeoidea). In: Fischer, W. (Ed.), *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes, Western Central Atlantic (Fishing Area 31), VI(unpaginated)*. FAO, Rome.
- Poffenberger, J.R. 1984 An economic perspective of problems in the management of penaeid shrimp fisheries. In: Gulland, J. and B. Rostchild. (Eds.). *Penaeid Shrimp. Their Biology and Management*. Fishing News Books. Farnham, U.K.
- Porras, R., F. Aguilar and F. Arreguín-Sánchez. 1994. Fishing grounds of the Contoy shrimp fishery, Mexico. UNAM/INP/EPOMEX/UAC (inédito).
- Quinn II, T.J. y R. B. Deriso. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press. 542 p.
- Ramírez Rodríguez, M. & F. Arreguin Sanchez. 2000. Growth of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939), in Campeche Sound, México. *Crustaceana*. 73(10): 1263-1272.

- Ramírez-Rodríguez, E.M., F. Arreguín-Sánchez and D. Lluch-Belda. 2003. Recruitment patterns of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the southern Gulf of Mexico. *Fisheries Research*. 65:81-88
- Ramírez-Rodríguez, M. and F. Arreguín-Sánchez. 2003. Spawning stock recruitment relationship of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the southern Gulf of México. *Bulletin of Marine Science*,
- Ré-Regis, Ma.C. 1989. Madurez gonádica del camarón rosado *Penaeus duorarum* en la Sonda de Campeche. CRIP Lerma-Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Ré-Regis, Ma.C. 1994. Estacionalidad de la reproducción del camarón blanco *Penaeus setiferus* en la Sonda de Campeche. CRIP Lerma-Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Rodríguez de la Cruz, C., F. Márquez, J.I. Fernández, A. Gutiérrez, M. Medellín, F. Aguilar Salazar, A. Navarrete y G. Nuñez. 1995. Estado del arte de la pesquería del camarón en el Golfo de México. SEPES-INP. México. 69 pp.
- Rogers, D.B., R.F. Shaw, W.H. Herke and R.H. Blancher. 1993. Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 36:377-394.
- Rothschild, B. J. and S. L. Brunenmeister 1984. The dynamics and management of shrimp in the northern Gulf of Mexico. p. 145-172 In J. A. Gulland and B. J. Rothschild (ed.). Penaeid shrimps: their biology and management. 1. Shrimp fisheries. Fishing News Books, Ltd, Great Britain.
- SAGARPA. 2002. *Anuario Estadístico de Pesca 2001*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Sandoval-Quintero, M.E. 1996a. Madurez gonadal y patrón reproductivo de hembras del camarón rojo *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) en Contoy, Quintana Roó. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias, UNAM. México.
- Sandoval-Quintero, M.E. 1996b. Resultados de los cruceros de veda para camarón, realizados de agosto a octubre de 1996 en la zona de Contoy, Quintana Roó. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sandoval Quintero, M E., A. Gracia. 2002. Reproduction of the spotted pink shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Shellfish Research*. 21 (2): 835-841.
- Santos, J. y J.A. Uribe-Martínez. 1997. Composición y abundancia de camarón rosado en aguas estuarinocostas de Champotón e Isla Arena, Campeche durante 1994. CRIP Lerma-Campeche, Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Schultz, L.E., I. Hernández, J. Villegas y C. Severino. 1997a. Estado de salud de la pesquería de camarón del litoral veracruzano. CRIP Veracruz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- SEMARNAP. 1994-2000. *Anuarios Estadísticos de Pesca*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEPESCA. 1994. Normas oficiales mexicanas del sector pesca. Secretaria de Pesca, México.
- Smith, M. K. 1984. Some ecological determinants of the growth and survival of juvenile penaeid shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus), in Terminos Lagoon, Campeche, Mexico, with special attention to the role of population density. Ph. D. Thesis. Dept. Zool. University of California. Berkeley.
- Smith, M.K. 1986. Investigación de pesquerías clandestinas y de las zonas y épocas de reproducción del camarón blanco en la zona de Ciudad del Carmen. CRIP Lerma-Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Smith, M.K. 1988. Grado de conocimiento del recurso camarón del Golfo de México. Pp. 399-419. En: *Los Recursos Pesqueros del País*. SEPESCA-INP, México. 661 pp.
- Solana-Sansores, R; A. T. Wakida-Kusunoki y A. Gonzalez C. 2004. Analisis sobre la fecha de apertura de temporada 2003/2004 de camaron (*Farfantepenaeus aztecus*) en Tamaulipas y Veracruz. En: Investigación para el ordenamiento pesquero del Noroeste del Golfo de Mexico. INP – SAGARPA.
- Soto, F. 1992. Pesquerías de camarón. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Soto, F. 1994. Fundamentos para una proposición de veda. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico. Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Soto, L., Ma.C. Rodríguez de la Cruz, R. Rodríguez, A. Gracia, F. Soto, F. Arreguín-Sánchez y E. Chávez. 1982. Análisis del conocimiento científico-tecnológico nacional de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Reunión Nacional sobre la Investigación Científico-Pesquera. Cocoyoc, Mor. México.
- Uribe-Martínez, J.A. 1994. Determinación de inicio y duración de temporada de pesca de camarón rosado en la Sonda de Campeche. CRIP Lerma-Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Uribe-Martínez, J.A., F. Arreguín-Sánchez y A. Navarrete-del Próo. 1996. Determinación de la temporada de veda para la pesquería de camarón rosado (*Penaeus duorarum*) en la Sonda de Campeche durante 1995. II Simposium Sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B. C. Sur.
- Uribe-Martínez, J.A. y M. Chin A. 1999. Abundancia relativa y composición del camarón rosado de la Sonda de Campeche (otoño 1998). SEP, IPN. *Zoología Informa* (41):53-68.
- Uribe-Martínez, J.A. 2003. Condición biológico pesquera actual del camarón rosado capturado por la flota del puerto de Campeche y propuesta de veda en 2002. Pp. 43-46. En: Wakida-Kusunoki, A.T., R. Solana Sansores y J.A. Uribe-Martínez (Eds.). Mems. del III Foro Regional de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. INP-SAGARPA. Campeche, Camp., 2002.
- Wadsworth, P. 1974. Estructura económica de la industria camaronera del Golfo de México. Programa de Investigación y Fomento Pesquero. México/PNUD/FAO Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM 6.
- Wakida-Kusunoki, A.T. 1996. Modelación del esfuerzo pesquero de la flota camaronera de Ciudad del Carmen, Campeche, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Wakida-Kusunoki, A. T. 2003. Bycatch analysis in seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* small scale fishery in Campeche coast, Mexico. 56th annual section of Gulf Caribbean Fisheries Institute.
- Wakida-Kusunoki, A. T., R. G. Castro, A. González, J. Balderas, A. González y G. Martínez. 2004. Análisis de la migración del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* en las costas de Tamaulipas, México. Resúmenes del V Foro de camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad del Noroeste. Tampico, Tamaulipas. 2 p.
- Wakida-kusunoki, A. T y Gonzalez Cruz A. 2004. Análisis histórico de la captura y esfuerzo aplicado en la captura del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* en las costas de Tamaulipas, Mexico. Resúmenes del V Foro de camaron del Golfo de Mexico y Mar Caribe. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad del Noroeste. Tampico, Tamaulipas. 4 p.
- Wakida-kusunoki, A. T y Núñez M, G. 2001. Utilización del modelo CAGEAN en la pesquería del camarón blanco en la Sonda de Campeche, México, México. Resúmenes del II Foro de camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche.

- Wakida- Kusunoki, A. T. y G. Núñez Márquez. 2003. Análisis de la pesquería del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* de Campeche. 31 – 33 p. En: Wakida Kusunoki, A. T., Rafael Solana Sansores y J. Uribe Martínez (Eds) Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México. Campeche, Campeche, de 27 de Febrero al 1 de Marzo de 2002.
- Wilman, R. and S.M. Garcia. 1985. A bioeconomic model for the analysis of sequential artisanal and industrial fisheries for tropical shrimp (with a case study of Suriname shrimp fisheries). *FAO Fish. Tech. Pap.* 270:1-49.
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez Gil, G. Villalobos y R. Rodríguez-Capetillo. 1985. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las poblaciones de peces demersales en la plataforma continental mexicana del Golfo de México. Pp. 315-397. En: Recursos Pesqueros Potenciales de México: la Fauna Acompañante del Camarón. PUAL-UNAM-SEPESCA. México.
- Zetina-Rejón M.J. y F. Arreguín-Sánchez. 2003. Flujos de energía y estructura trófica de la Sonda de Campeche, suroeste del Golfo de México. In: Wakida Kusunoki, A., R. Solana Sansores y J. Uribe Martínez (eds.). Memorias del III Foro de Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México Camarón del Golfo de México y del Mar Caribe y del Mar Caribe. Instituto Nacional de la Pesca, México. 70-77p



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



Pesquería de Lisa, Lebrancha
 Pesquería de Lisa, Lebrancha
 Pesquería de Lisa, Lebrancha

Lisa y Lebrancha en el Golfo de México y Mar Caribe

Lisa y Lebrancha
 Lisa y Lebrancha
 Lisa y Lebrancha
 Lisa y Lebrancha
 Lisa y Lebrancha
 Lisa y Lebrancha

Lisa Lebrancha

BREVIARIO

Lisa y Lebrancha en el Golfo de México y Mar Caribe	
Especie:	
Lisa (<i>Mugil cephalus</i>) y Lebrancha (<i>M. curema</i>) • Pesquerías artesanales: en lagunas costeras • Especies migratorias: realizan corridas reproductoras de la laguna al mar; la lisa de noviembre a enero, y la lebrancha de enero a marzo • Reclutamiento: todo el año, con máximos en noviembre y diciembre de lisa, y en febrero y marzo de lebrancha (periodos reproductivos) • Zona de captura: La lisa principalmente Laguna Madre en Tamaulipas y Laguna de Tamiahua en Veracruz, y la lebrancha en la Laguna de Tamiahua	
Tendencia de la captura:	
• Captura de lisa en 2003 Laguna Madre: 3,583 t, 96% con respecto al promedio anual desde 1990: 3,734 t. • Captura de lisa en 2003 Laguna de Tamiahua: 65 t, 10% con respecto al promedio anual desde 1990: 678 t. • Captura de lebrancha en 2002 Laguna de Tamiahua: 1,856 t, 65% con respecto al promedio anual desde 1992: 2,842 t.	
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	
• Para lisa: modelo de biomasa dinámico, con incorporación de la estructura de la captura por edades, y manejo de indicadores de captura y esfuerzo.	
Estado de la Pesquería:	
• La lisa aprovechada al rendimiento máximo sostenible en Tamaulipas y deteriorada en Veracruz. • La lebrancha aprovechada al rendimiento máximo sostenible en Veracruz.	
Medidas de manejo:	
• Veda reproductiva, talla mínima de captura y arte de pesca (NOM-016-PESC-1994)	
Objetivo de las medidas:	
Proteger el crecimiento y el período de reproducción.	



Lisa y Lebrancha en el Golfo de México y Mar Caribe

Maria Guadalupe Gomez Ortiz¹

Alejandro Gonzalez Cruz¹

Isaac Hernandez Tabares²

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Tampico

Prolongación Calle Altamira s/n, Isleta Pérez,

C.P. 89000, Tampico, Tamaulipas

²Centro Regional de Investigación Pesquera de Veracruz

Ejército Mexicano 106, Colonia Ex Hacienda Ylang Ylang

C.P. 94298, Boca del Río, Veracruz

LA PESQUERIA:

IMPORTANCIA

Las pesquerías de lisa y lebrancha son actividades de gran interés para los habitantes ribereños de las lagunas, ríos y esteros de las costas de Tamaulipas y Veracruz. Este interés es debido a la gran demanda de sus gónadas, denominadas comercialmente como “hueva de lisa” y “hueva de lebrancha”. De la región del Golfo de México, el 65% de la captura de *lisa* proviene de Tamaulipas, el 19% de Veracruz, el 7% de Campeche y Tabasco y el 2% de Yucatán. Por su parte, Veracruz es el mayor productor de *lebrancha* contribuyendo con el 94% de la captura; le siguen Tamaulipas con el 4% y Campeche con el 2% (periodo 1992-2001).

La lisa y la lebrancha ocupan un lugar importante en las capturas de las lagunas costeras del Golfo de México a partir de la década de los ochenta. En esos años su captura anual promedio fue de 5,217 t de lisa y 383 t de lebrancha. Sin embargo, en los últimos 14 años, el promedio de captura es de 4,412 t de lisa y 4,438 t de lebrancha. Como se puede observar, la participación de la lebrancha en la producción pesquera ha aumentado, siendo esto principalmente en el norte de Veracruz y específicamente en la Laguna de Tamiahua.

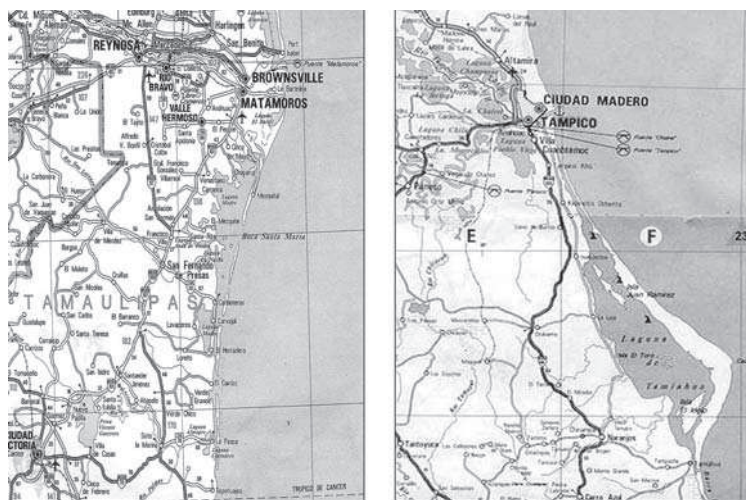


Figura 1. Fig. 1a y 1b. Laguna madre, Tam y laguna de Tamiahua, Ver., México

En la laguna Madre, ubicada al Norte del Estado de Tamaulipas (Fig. 1a), la especie que predomina y la de mayor importancia comercial y económica es la lisa; mientras que la captura de lebrancha es mínima, utilizándose esta última como carnada para la captura de otras especies. Por otra parte al Sur del Estado de Tamaulipas y en Veracruz, la lebrancha predomina en la pesquería de los *mugílicos*. Por ejemplo, en la Laguna de San Andrés (sur de la costa de Tamaulipas) la lebrancha representa el 66% del volumen de captura, mientras que en la laguna de Tamiahua (norte de la costa de Veracruz; Fig. 1b), su captura constituye el 83% del total de la captura de las dos especies.

La lisa y la lebrancha presentan características morfológicas, hábitos alimenticios y hábitat semejantes. Así mismo también presentan una gran similitud en sus migraciones reproductivas, aunque con diferencias de fechas. La lisa presenta una migración reproductiva masiva durante los meses de Noviembre y Diciembre; y la lebrancha presenta esta migración durante Febrero y Marzo. En esas migraciones se desplazan en cardúmenes de la laguna hacia el mar (peces anádromos), donde se efectúa el desove. Esta temporada de reproducción es la más crítica para ambas especies, ya que el precio de la gónada ("hueva") como principal subproducto se eleva, y por tanto es más cotizada. Así mismo, al aumentar la densidad de población durante las migraciones los organismos son más vulnerables al arte de pesca. Por ello, la época reproductiva es la etapa en donde se debe poner mayor énfasis en la protección del recurso, para garantizar el éxito reproductivo y la permanencia de la especie como recurso pesquero.

Después de varios intentos para regular la pesca de lisa y lebrancha, en México fue propuesta la norma oficial mexicana NOM-016-PESC-1994 (D.O.F.24/04/95), basada en estudios de biología pesquera, realizados desde 1977 en Tamaulipas y Norte de Veracruz (García, 1977, 1978a, 1978b, 1980, 1981, 1982a, 1982b y 1991). Dichos estudios implementaban vedas experimentales donde se iba modificando la fecha de cierre de temporada año con año, hasta encontrar el punto donde se maximizaba el éxito reproductivo. De hecho el concepto central de este instrumento de regulación es una veda reproductiva conjunta en las aguas litorales de Tamaulipas y Norte de Veracruz, que abarca del 1º al 31 de Diciembre (reproducción de la lisa) y del 1º al 28 de Febrero (reproducción de la lebrancha), de cada año. Esta regulación, que marca un periodo de veda específico permite, por un lado, el desove de una parte de la población adulta y por otro lado acceder a una fracción poblacional para la comercialización de la gónada, tratando de mantener un equilibrio biológico y socioeconómico. Esta característica permite adaptar año con año el periodo de veda, de tal suerte que se encuentre la fecha óptima para el cierre de temporada, basados en la mejor evidencia científica.

En la Laguna Madre, después de la pesquería del camarón, la pesquería de lisa es una de las más importantes. La temporada de captura se realiza una vez que ha concluido la temporada de pesca de camarón. La pesquería inicia con la temporada del camarón, cuando aumenta considerablemente la población dedicada a la pesca proveniente de varios lugares de los estados de Tamaulipas y Veracruz, y por tanto aumenta el esfuerzo pesquero. Estos pescadores permanecen en los lugares de captura hasta el mes de julio; posteriormente algunos regresan a sus localidades, pero también al mismo tiempo se suman otros para participar en la pesquería de la lisa, principalmente de Septiembre a Diciembre.

Biología

Posición taxonómica: Berg, 1940.

PHYLUM	_____	<i>Chordata</i>
SUBPHYLUM	_____	<i>Vertebrata</i>
SUPERCLASE	_____	<i>Gnathostomata</i>
SERIE	_____	<i>Pisces</i>
CLASE	_____	<i>Teleostomi</i>
SUBCLASE	_____	<i>Actinopterygii</i>
INFRACLASE	_____	<i>Teleostei</i>
SUPERORDEN	_____	<i>Acanthopterygii</i>
ORDEN	_____	<i>Mugiliformes</i>
FAMILIA	_____	<i>Mugilidae</i>
GENERO	_____	<i>Mugil</i>
ESPECIE	_____	<u><i>Mugil cephalus</i></u>
	_____	<u><i>Mugil curema</i></u>

La lebrancha *Mugil curema* se diferencia de la lisa *Mugil cephalus*, porque esta última no presenta escamas diminutas en las aletas anales y segunda dorsal, presentando las bandas longitudinales oscuras en el cuerpo y uno o dos radios blandos, excepto en la aleta anal. Además la lisa tiene el cuerpo mas alargado (altura 5 veces en la longitud patrón) y más cilíndrico. (Alvarez-Lajonchere, 1976).

Las dos especies son cosmopolitas y habitan en mares subtropicales y tropicales. En el Pacífico Oriental se distribuyen desde California, Estados Unidos hasta Chile, mientras que en el Atlántico Occidental, se les puede ubicar desde Cabo Cod, Estados Unidos hasta Brasil (Castro, 1978). En el norte del Golfo de México estas especies se capturan principalmente en la Laguna Madre y la laguna San Andrés, en Tamaulipas, y en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Parte de su captura también se realiza en las desembocaduras de los ríos de esa región, aunque no es tan importante como las anteriores.

Ambas especies pasan la mayor parte de su ciclo biológico en aguas protegidas (estuarios, bahías, lagunas y ríos con mareas) (López, 1982). Su presencia en esos cuerpos de agua esta asociada con los fondos lodosos. Su alimentación es basada en detritus orgánico, algas filamentosas y ocasionalmente ostrácodos, nemátodos, foraminíferos, microgasterópodos, anélidos, isópodos, fragmentos vegetales y diatomeas bentónicas (Patnaik, 1966, Randall, 1967, Yáñez-Arancibia, 1976, citados por López, *op.cit.*). Sin embargo a lo anterior, cuando se cultivan lisas en estanques son capaces de ingerir considerables cantidades de plantas en putrefacción (Thompson, 1963). Es importante mencionar que durante las migraciones de desove las lisas ingieren poco o nada de alimento. (Santiago, 1987).

Ambas especies son eurihalinas y euritéricas, encontrándose ejemplares de *M. cephalus* en intervalos de 4.5 a 37°C de temperatura y de 0 a 81 o/oo de salinidad; mientras que *M. curema* en intervalos de 10 a 36 °C y de 0 a 55 o/oo (More, 1976, Roessler, 1970, Hildebrand, 1958, citados por López, *op.cit.*). Debido a estas características es que se les puede encontrar remontando algunos ríos. La salinidad no es un factor que limite la distribución de los adultos o de los juveniles de lisa, y que posiblemente en las aguas continentales, tanto del noroeste como del noreste, la temperatura influya de manera mas

decisiva en el número de individuos presente (Castro, 1978). En el caso de la lebrancha, este mismo autor menciona que la especie es completamente eurihalina. Sin embargo, se puede observar que los individuos adultos prefieren la zona marina a la zona estuarina (Mefford, 1955, citado por Castro, *op.cit.*), encontró que los adultos son más comunes en la zona costera del sur de Florida y que la máxima temporada de desove en esa misma área ocurre durante los meses de Abril a Junio.

Durante el periodo de reproducción (comúnmente conocida como corrida reproductora), las lisas y las lebranchas se congregan en cardúmenes para migrar a la zona costera para realizar el desove. Las larvas y los individuos juveniles empiezan la migración de esas aguas hacia áreas protegidas en donde se llevará a cabo el desarrollo hasta la fase adulta (García, 1982b). Thompson (1963), menciona que los huevos y las larvas se encuentran en mar abierto sujetos a los movimientos de las corrientes hasta que las larvas de lisa alcanzan un tamaño aproximadamente de 30 mm de longitud, y es entonces cuando pueden nadar en contra de las corrientes de marea y alcanzar los esteros. Las larvas permanecen en aguas marinas hasta que alcanzan tallas entre 20 y 30 mm de longitud total, en la columna de agua, para posteriormente moverse a la costa hacia las aguas estuarinas y lagunas costeras por medio de corrientes o por migración, formando cardúmenes densos (Anderson, 1985 citado por López, *op.cit.*). El arribo de los prejuveniles de lisas a las lagunas se registra después de 45 a 60 días de ocurrido el desove, y se inicia a principios de la primavera coincidiendo con el aumento de la temperatura en el agua. Los juveniles viven en los estuarios y zonas bajas de agua dulce pudiendo ascender a los ríos, a considerables distancias de las desembocaduras. Los adultos pueden encontrarse tanto en agua dulce como salada, ocupando en esta última las aguas someras, aunque generalmente emigran a aguas mas profundas en el mar a desovar (Santiago, 1987). En el proceso de reproducción intervienen una sola hembra (que tiende a ser más robusta y grande) y varios machos (Thompson 1963). La fecundación es externa, los productos sexuales son expulsados libremente y una sola vez en la temporada. El tamaño y la edad a la que alcanzan la madurez sexual varía según las diferentes áreas de estudio (Santiago 1987). Broadhead, 1958, citado por Santiago *op.cit.*, estudiando la lisa en Florida, concluyó que en dicha zona alcanza su madurez sexual a los 3 años de edad.

En el estado de Tamaulipas y Norte de Veracruz, la composición porcentual por estadios de madurez gonádica de las capturas comerciales de la Laguna Madre y Laguna de Tamiahua, en el periodo 1994-1995, indicaron que la lisa se reproduce durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, con porcentajes máximos de la fase de desove entre el 15 de Noviembre y el 15 de diciembre, mientras que la lebrancha en Febrero y Marzo, con máximos en Febrero. La talla de primera madurez gonádica de la lisa fue de 26 cm. en machos y 30 cm. en hembras, cuando alcanzan una edad promedio de 2.5 a 3 años. Por su parte en la lebrancha las tallas de primera madurez fueron de 23 cm. en hembras y 25 cm en machos, con una edad promedio de 3 años. García (1981), reporta en esta zona una talla mínima de madurez en hembras de lebrancha de 24 cm., y un periodo reproductivo de febrero a abril.

La fecundidad en lisa fluctúa entre 510,788 y 1'268,136 huevecillos entre individuos comprendidas entre las tallas 320 y 435 mm. (Gómez *et al*, 1996). La talla máxima observada en Tamaulipas en el mismo periodo para la lisa fue de 47 cm. y de lebrancha de 38 cm. de longitud total, mientras que en el Norte de Veracruz de 50 cm. para lisa y 37 cm. longitud total para la lebrancha.

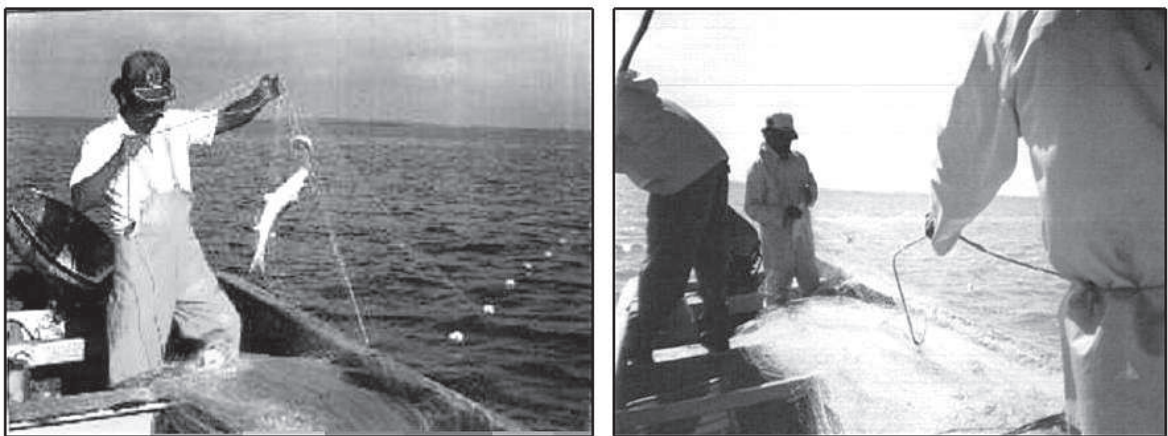
Captura y esfuerzo

Operaciones y equipo.

Los principales cuerpos de agua costeros donde se capturan la lisa y la lebrancha en Tamaulipas y Norte de Veracruz son la Laguna Madre y la laguna de Tamiahua. En particular, la escama en la Laguna Madre se captura utilizando embarcaciones menores, tipo panga, de fibra de vidrio de 20 a 26 pies de eslora, desde la cual se utilizan redes de enmalle ó agalleras de monofilamento con una longitud total que varía de 450 a 1,620 m y una luz de malla entre 2 y 3 3/4". Estas redes en algunas ocasiones están compuestas por diversas secciones de diferente luz de malla. En la laguna de Tamiahua, también emplean embarcaciones menores con las mismas características y con redes de enmalle o agalleras que van desde 450 a 1500 m de longitud, con luz de malla desde 2 a 3 pulgadas.

En ambas lagunas los métodos de captura empleados para la captura de la lisa y lebrancha son dos: el denominado "corraleo" y el "tendido de red". El primero consiste en la localización del cardúmen, al detectar el salto del pez sobre la superficie del agua. Posteriormente se lanza la red hasta formar un círculo completo, realizando la maniobra en un tiempo aproximado de 3 min., dependiendo de la longitud de la red y la potencia del motor. El tercer paso, denominado "traqueleo", consiste en recorrer por dentro el área del círculo formado, al mismo tiempo que se golpea con palos de madera sobre los extremos de la embarcación. Esto tiene la finalidad de que los peces que quedaron acorralados se espanten y al pretender escapar se enmallen; finalmente, entre 2 pescadores recogen la red, uno por la relinga de flotación y otro por la de plomos, retirando al mismo tiempo el producto; esta última maniobra puede durar de 20 minutos a 1 hora, dependiendo de la abundancia del recurso y la jornada puede ser diurna o nocturna.

El método denominado sistema de tendido se realiza con una red fija o estacionaria, en jornadas nocturnas. La red es tendida al anochecer (cerca de las 18:00 hrs.) hasta el amanecer, a las seis de la mañana. Es importante mencionar que este tipo de pesca normalmente la realizan cuando prevalecen condiciones climatológicas desfavorables (Fig. 2a y 2b).



Figuras 2a y 2b. Aspectos de las operaciones de pesca en la captura de lisa *Mugil cephalus* y lebrancha *Mugil curema* en Tamaulipas y Norte de Veracruz.

La pesca de la lisa al norte de la Laguna Madre la efectúan con una red de luz de malla 3¼" y 3½", principalmente en la temporada de reproducción, con el fin de capturar hembras maduras, ya que estas son más grandes y tienen mejor precio por lo que se refiere a la comercialización de la gónada. Por su parte, al centro de la laguna utilizan la malla 2-3/4", 3" y 3¼", donde capturan ejemplares más jóvenes, en edad de primera madurez que salen tardíamente a desovar. Por último, en la zona sur, donde la vigilancia es menor, utilizan redes de arrastre y "corraleo" con mallas cercanas a las 2" y hasta de 3¼", con muy buenas capturas, pero lesivas para las crías de varias especies. Es importante mencionar que durante los meses de octubre hasta diciembre, los pescadores se aventuran a salir a pescar incluso en presencia de los fenómenos meteorológicos conocidos como "nortes" con vientos de hasta 25 a 30 km/h. Por lo general, los pescadores no tienen horario, ni jornada de trabajo; operan todo el día y todos los días de la semana, al menos que el tiempo sea definitivamente peligroso para la navegación o tengan que hacer reparaciones de sus medios de transporte o captura.

Tendencias históricas

Desde la década de los ochenta, la lisa y lebrancha han reportado una captura promedio anual 5,217 t y 383 t, respectivamente. A partir de los noventa, sus capturas promedio son de 3,734 t y 187 t, respectivamente en Tamaulipas. Por su parte en Veracruz, durante la misma década se registraron capturas promedio de 678 t de lisa y 4,251 t de lebrancha. Como se puede observar, en la laguna Madre la especie predominante es la lisa, ya que la lebrancha solo se captura en el sur del estado; en la laguna de Tamiahua, Ver., actualmente el 94% de esas dos especies es de lebrancha y solamente el 4% es de lisa.

La Laguna Madre aporta el 94% de la captura de lisa en Tamaulipas con 3,932 t promedio (periodo 1988-2002). En una serie de tiempo de 1970 a 2003 (Figura 3) se observa que a partir de 1978 las capturas de lisa en ese cuerpo de agua fue superior a las 1,000 t, incrementándose año con año hasta alcanzar un registro de más de 5,000 t de captura en el año de 1988. A partir de 1989, la captura ha fluctuado entre 3,000 y 5,000 t, aproximadamente, por periodos de 4 o 5 años. Este recurso generalmente se captura todo el año, siendo los meses de mayor captura de Septiembre a Diciembre, con máximos en Noviembre y Diciembre (Fig. 4).

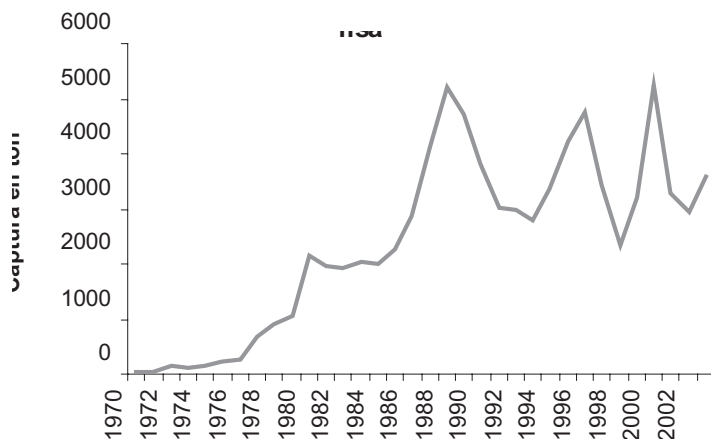


Figura 3. Evolución de la captura de lisa *Mugil cephalus* en la Laguna Madre, Tamps. periodo 1970-2003.

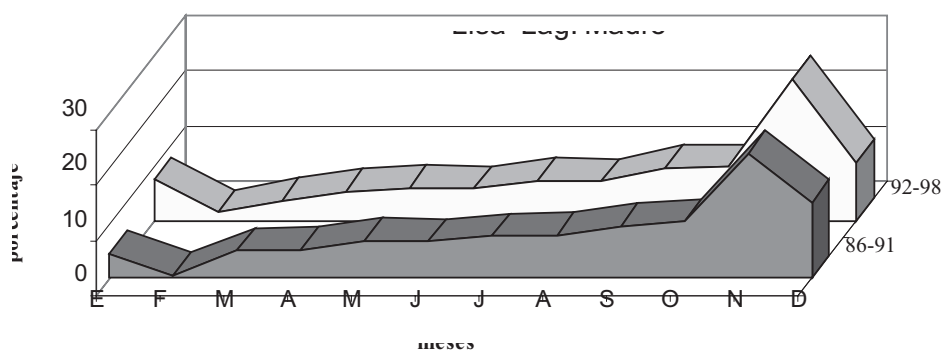


Figura 4. Estacionalidad de la captura de lisa *Mugil cephalus* en la Laguna Madre, Tamaulipas.

En la laguna de Tamiahua, durante la década de los sesenta, la lisa ocupaba el primer lugar en las capturas de *mugílidos*, debido a sus hábitos biológicos y sus movimientos migratorios que la hicieron altamente vulnerable a la mortalidad por pesca. Posteriormente, en los años setentas la pesca indiscriminada colocó a la pesquería en un nivel de sobreexplotación, debido a que la captura se ejercía sobre individuos juveniles y adultos maduros durante todo el año, pero principalmente en la época reproductiva dado que el mayor valor de la pesquería radica en la comercialización de la gónada (García, 1978a, 1978b, 1980). En la actualidad este recurso ocupa el quinto lugar en las capturas, representando tan solo el 7% de las especies de escama, siendo sustituida por la lebrancha, la cual adquirió importancia económica también por la comercialización de la gónada. Esta laguna actualmente aporta de este recurso el 45% de la captura total en el estado, con un volumen promedio anual de 233 t. En las figuras 5 y 6 se presentan las series de tiempo de las capturas registradas de lisa y lebrancha de 1989 a 2002. Durante ese periodo las capturas de lisa no han sobrepasado las 1,000 t, magnitud que se obtuvo en 1997 (Fig. 5). A partir de ese año los registros han ido a la baja de tal forma que desde el 2001 no se ha alcanzado ni las 100 t de captura. Por su parte, las capturas de lebrancha alcanzan cifras cercanas a las 3,500 t (Fig. 6), con un registro máximo en 1995; sin embargo, desde el 2001 la captura es inferior a las 2,500 t. Es importante mencionar que en esta laguna tanto la captura de la lisa como de la lebrancha siguen un patrón temporal, de tal forma que los mayores registros de lisa se ubican entre los meses de mayo a noviembre y de lebrancha es en enero-febrero y de agosto a noviembre. (Figura 7).

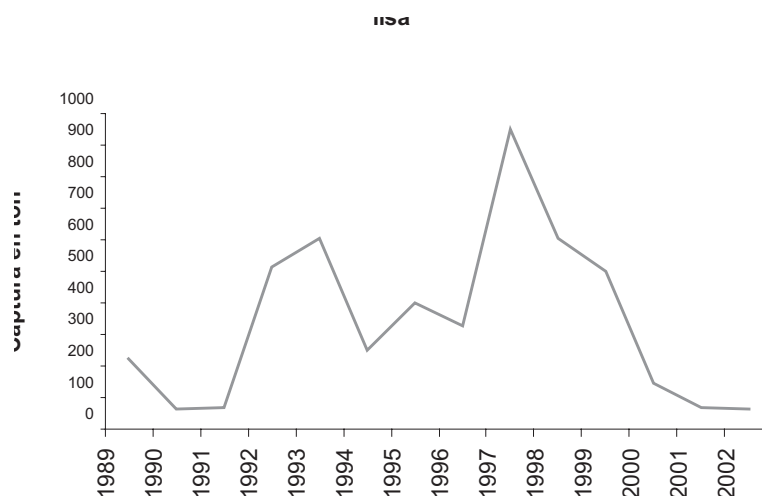


Figura 5. Tendencia histórica de la captura de lisa *Mugil cephalus* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, periodo 1989-2002.



Figura 6. **tendencia histórica de la captura de lebrancha *Mugil curema* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, periodo 1989-2002.**

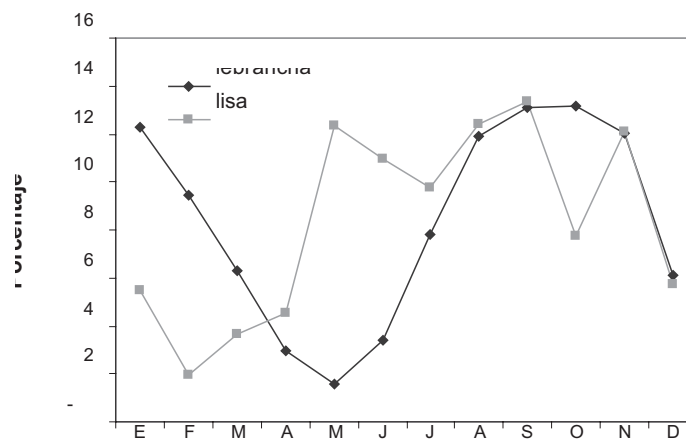


Figura 7. **Estacionalidad de la captura de lisa y lebrancha en la laguna de Tamiahua, Veracruz, 1998-2002.**

Pesca incidental

Las 2 principales pesquerías dirigidas de escama en la Laguna Madre la constituyen la lisa *Mugil cephalus* con un 76% y la trucha *Cynoscion sp.* con un 13%, siendo esta última, además de que se captura también junto con la lisa, una especie objetivo durante los meses de enero a abril. En ambas pesquerías la captura incidental está integrada por la gurrubata *Micropogon undulatus* con un 4%, la curvina *Sciaenops ocellatus* con el 3%, el sargo *Archosargus probatocephalus* con el 2% y el tambor *Pogonias cromis* con el 1% (Fig 8). La curvina, el sargo y el tambor, aún cuando son recursos de alto valor comercial, se capturan incidentalmente con redes agalleras con luz de malla que va desde 2" hasta 3½", que usualmente utilizan para la captura de la lisa, y generalmente son individuos de tallas pequeñas que en su mayoría todavía no alcanzan su primera madurez sexual, lo cual ha afectado su reclutamiento en los últimos años (Gómez *et al*, 1996). En lo que respecta a la trucha, que ocupa el segundo lugar en la captura, de 1988 al 2002 presenta una captura promedio anual alrededor de las 915 t, que representa un incremento del 37% con respecto al periodo 1976-1987. Sin embargo la captura se compone de individuos juveniles al utilizar el mismo arte de pesca que emplean para la lisa, y por el uso de las redes de arrastre, de donde proviene la mayor parte de esta captura. Las especies de trucha, que constituyen la captura son la trucha pinta *Cynoscion nebulosus* y la trucha blanca *Cynoscion arenarius*, siendo la primera la más abundante (Fig. 8a).

En la Laguna de Tamiahua las principales especies comerciales de escama son la lebrancha *Mugil curema* con un 45%; las truchas pinta (*Cynoscion nebulosus*) y blanca (*C. arenarius*) con un 25%; el robalo (*Centropomus undecimalis*) y el chucumite (*C. parallelus*) con el 3% y 1%, respectivamente; y en quinto lugar la lisa (*Mugil cephalus*) con el 5%. El resto de la captura se considera incidental y está compuesta por la mojarra blanca (*Diapterus olisthostomus*) y mojarra rayada (*Eugerres plumieri*) con el 8%, el sargo (*Archosargus probatocephalus*) con el 8%, y en menor cantidad la gurrubata (*Micropogon undulatus*), el tambor (*Pogonias cromis*) y la curvina (*Sciaenops ocellatus*) (Fig. 8b).

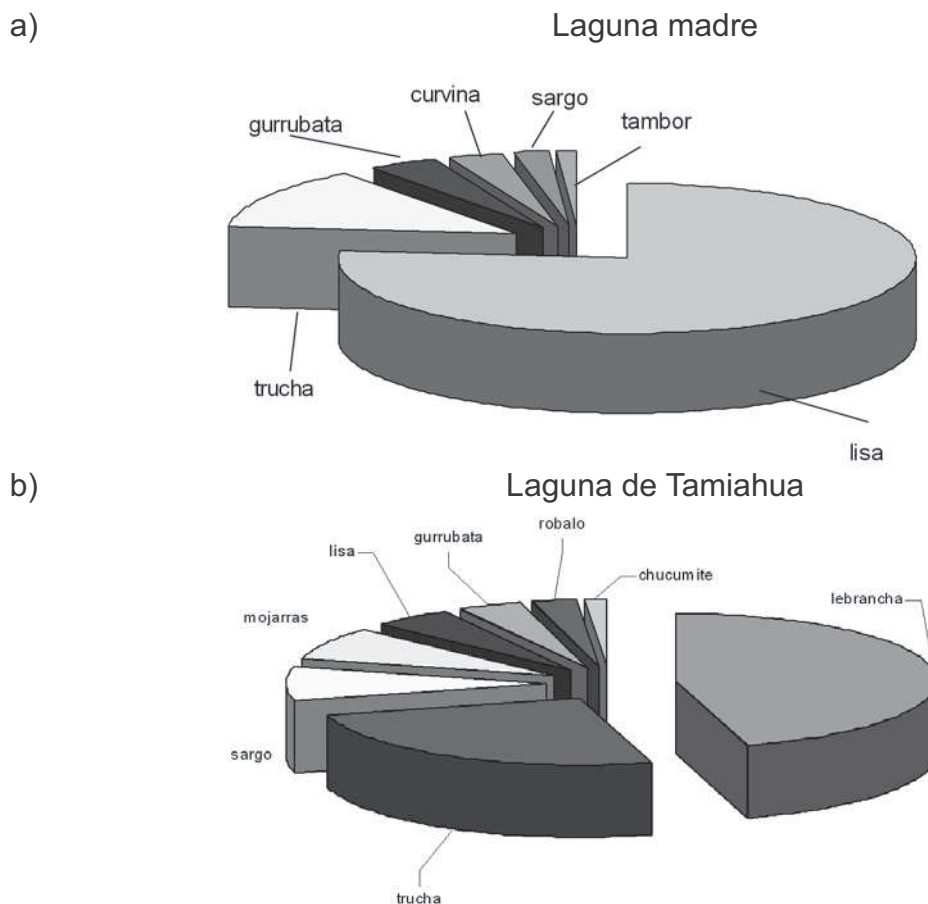


Figura 8. Composición de la captura comercial de escama en la Laguna Madre, Tamaulipas, periodo 1991-2002, y en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, periodo 1998-2002.

En la Laguna de Tamiahua se presenta la misma situación que prevalece en la Laguna Madre, ya que se utiliza el mismo arte de pesca para la captura de los principales especies de escama, aún cuando oficialmente esta reglamentado el uso de una red característica para lisa y lebrancha, diferenciable por la luz de malla. Otros problemas técnicos de la captura es que también se practica el uso de las redes de arrastre, y del arte fijo denominado “estacadas”, afectando las poblaciones juveniles de la mayor parte de los recursos, siendo ambos artes de pesca considerados como ilegales.

Interacción con otras pesquerías

Las pesquerías de lisa y lebrancha no constituyen pesquerías secuenciales, ya que la captura comercial reportada tanto en el estado de Tamaulipas como en el de Veracruz proviene de las lagunas costeras y ríos, zonas en las cuales los individuos pasan la mayor parte de su ciclo de vida, y solo en temporada de desove realizan migraciones reproductivas hacia el mar, regresando posteriormente tanto juveniles y adultos a estos cuerpos de agua. En este sentido no se observa un fenómeno de perjuicio o externalidad hacia una pesquería marina.

Sin embargo, se observa que existe una interacción, posiblemente negativa, con otras pesquerías de escama dentro de la laguna, en especial las dirigidas a una especie particular como sería el caso de la curvina o de la pesca de trucha marina. La externalidad hacia esas pesquerías es la mortalidad causada por la captura incidental de juveniles de esas especies en la pesca de lisa y lebrancha. Sin embargo, no se tiene suficiente información para cuantificar este efecto de interacción o potencial daño causado a aquellas. Un inconveniente para efecto de una posible regulación es que oficialmente los permisos de pesca se dan por escama en general.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

En la Laguna Madre existen alrededor de 32 centros de recepción de productos pesqueros ubicados a lo largo de toda la laguna de los cuales están ubicados en diversas localidades: 15 en Matamoros, 16 en San Fernando (centro de la Laguna Madre) y 1 en Enrramadas (sur de la Laguna Madre). Estos centros de recepción se caracterizan, en algunos casos, por ser áreas techadas de aproximadamente 6 x 4 m, que cuentan con áreas cerradas pequeñas donde conservan su producto a base de hielo, mientras es comercializado. En estas zonas no existe ninguna planta procesadora para especies de escama; solamente cuando el recurso es abundante (temporada de reproducción de la lisa), en algunos lugares es necesario conservarlo aplicando el método de seco-salado, para su posterior comercialización. No existen muelles específicos de descarga, siendo éstos sustituidos por atracaderos improvisados, de acuerdo a las necesidades de la población local. Los intermediarios, que por lo general no son pescadores en activo (pero que en muchos casos son poseedores de permisos de pesca o de insumos para la actividad) son el canal de comercialización típico.

En la Laguna de Tamiahua existen alrededor de 30 centros de recepción de productos pesqueros distribuidos en todo el embalse. Estos presentan características similares a los existentes en la Laguna Madre: no cuentan con muelles de descarga, solo atracaderos, y la comercialización la efectúan a través de intermediarios, siendo el destino los mercados local y nacional. Un solo permisionario comercializa el producto a nivel internacional. Existe en toda la laguna solamente una planta para el procesado de manera artesanal de lebrancha, para fileteado y seco salado.

Indicadores económicos

Los principales centros de consumo de los productos de la pesca de lisa y lebrancha, son nacional (mercados de las ciudades de Tamaulipas y centro del país) e internacional (E.U.A. principalmente la gónada de lisa).

La comercialización de estos recursos cobra cierta importancia económica principalmente por la gónada, existiendo una fuerte demanda, tanto en el mercado nacional como internacional. La calidad de la pulpa (carne), sobre todo en su presentación de filete, y la necesidad de carnada para otras pesquerías, ha propiciado que el producto sea integralmente aprovechado en el siguiente orden de importancia: gónada (hueva), pescado entero enhielado, filete, cocido y desmenuzado, pescado seco salado, carnada para jaiba y pesca marina (tiburón y huachinango). Incluso, la comercialización de las mollejas (parte del estómago) ha tenido gran aceptación en el mercado nacional e internacional (principalmente de la lisa), así como también la gónada de ejemplares machos.

En Tamaulipas, los subproductos del recurso, principalmente de lisa (gónada y molleja) han adquirido una gran importancia económica durante los últimos años, debido al incremento en el valor de la hueva (en la laguna Madre). Durante el bienio 1993-94 la cotización de la gónada en el mercado era de tan solo \$32.00 por kilo. A partir de 1995 el valor de la gónada es de \$120.00 por kilo, mientras que el de la molleja cambió de \$10.00 hasta \$90.00 por kilo. Esta alza en el precio del producto y el incremento de la demanda en el mercado, finalmente ha causado un incremento en el esfuerzo pesquero incrementando sensiblemente la rentabilidad de la pesquería. Durante el año 2003, el precio de la gónada de lisa continuó cotizándose entre los \$100.00 y \$145.00 y la molleja en \$ 80.00 por kilo. Es importante destacar que debido a la alta cotización de estos subproductos se ha implementando desde 2003, un sistema de clasificación por calidad y peso, para su comercialización. En este sistema la gónada grande, de 6 a 8 onzas (170-226 gr.), alcanza un precio de \$145.00/kilo, la mediana, de 4 a 6 onzas (113.4-170 gr.) de \$125.00/kilo, y la chica de 2 a 4 onzas (56.7-113.4 gr.) de \$105.00/kilo. En algunos casos, los subproductos de este recurso, que generalmente son para el mercado nacional, se comercializan de la siguiente manera: gónadas chicas o rotas en \$65.00/kilo, mollejas en \$60.00, pescado eviscerado sin gónada en \$3.50 y la lisa macho en \$4.00 por kg.

Es importante destacar que debido a la falta de impulso en la industrialización y sistemas de calidad certificados, el problema de la merma puede ser considerable. La extracción de los subproductos (gónadas y mollejas) no es sistemático y depende de la experiencia del pescador o de la persona encargada de esta. La falta de un sistema eficiente puede provocar altas pérdidas en el mercado, que de acuerdo con algunos grupos de pescadores alcanza hasta el 60%. Por ello, dada la gran importancia que han adquirido estos subproductos y su alta cotización en los mercados nacionales e internacionales, es imperativo que se creen sistemas eficientes de control de calidad, que permitan una disminución considerable de la merma y que alcance un mayor valor comercial. Esto finalmente también podría traer beneficios al recurso lisa, ya que se esperaría que el esfuerzo pesquero disminuyera.

El mercado principal de los productos de escama en la Laguna Madre es a nivel nacional (60%), local (16%), estatal (23%) y alrededor del 1% va para exportación, en sus diferentes

presentaciones “entera, eviscerada, fileteada, seca salada, gónada y molleja” (SAGARPA, 2003). De acuerdo a reportes del periodo 1995-1997, en lo que se refiere a la gónada de lisa, el 48% era destinada al mercado estatal, el 24% para el mercado Nacional, y el 28% para exportación, mientras que la lisa en su presentación de seca-salada, el 97% para el mercado Nacional. En el 2003 los registros de comercialización de hueva de lisa fresca fue el 52% para el mercado estatal, 29% local, 18% nacional y solo el 1% para exportación, y la lisa y gónada en su presentación seca salada, el 100% es para el mercado nacional. La molleja de lisa fresca, el 65% es para el mercado estatal y el 30% para el local.

El destino de la captura dentro del mercado nacional son el Distrito Federal, Nuevo León, Jalisco, Veracruz, San Luís Potosí, Puebla y Guanajuato. En el mercado internacional el producto se destina hacia los Estados Unidos de Norteamérica y de aquí se exporta hacia Japón, Italia, España y Canadá.

En la Laguna Madre actualmente operan alrededor de 31 grupos sociales dedicados a la pesca de escama, entre Cooperativas Pesqueras y grupos de Solidaridad Social, y existen alrededor de 14 particulares con permisos para la pesca de escama (permisionarios) distribuidos entre la zona norte, centro y sur de la laguna. De estas agrupaciones, 17 son cooperativas pesqueras y 2 permisionarios, y están distribuidas en diferentes localidades del municipio de San Fernando, a 460 km. de Tampico. En el municipio de Matamoros ubicado a 580 km. de Tampico hay 13 cooperativas, 12 permisionarios y solo una cooperativa en Soto La Marina, en la localidad Enramadas a 380 km. de Tampico que opera al sur de la laguna. Cada Sociedad Cooperativa y permisionarios ampara a un indefinido número de pescadores, quienes se dedican a la captura de escama marina, escama estuarina, camarón, jaiba y ostión.

El esfuerzo de pesca que se ejerce no se ha logrado precisar, en virtud de que no existe un registro real de pescadores por cooperativas ni por permisionarios, ya que el registro existente de manera oficial no se relaciona con la captura registrada, ni con la captura por unidad de esfuerzo de pesca (CPUE). Además, es frecuente que una sola cooperativa tenga varios grupos de pescadores distribuidos a lo largo de la laguna (San Fernando y Matamoros), los cuales reportan sus capturas en la oficina de pesca correspondiente. También se da el caso, de que algunas cooperativas amparen a pescadores libres, que a su vez protegen a otros con equipo propio, amparándoles sus capturas. También es frecuente que un miembro o socio de una cooperativa, dependiendo de su capital, puede tener varios equipos de pesca (embarcación, artes y motor) los cuales se les proporciona a pescadores libres que están presentes en la laguna solamente en la temporada de captura de una determinada especie (camarón y lisa principalmente). Por estos motivos es difícil cuantificar las embarcaciones pesqueras que se dedican específicamente a la captura de escama estuarina, y mucho menos la identificación por pesquería aplicada, ya que es una actividad desarrollada por la flota menor que se dedica a la pesca múltiple. De acuerdo a los registros (SAGARPA, 2002a), en la laguna Madre, para la captura de escama de mar y laguna operan alrededor 1,441 pescadores, 1,061 embarcaciones y 943 redes, distribuidos en toda la laguna.

En la Laguna de Tamiahua que ocupa aproximadamente 8 km. de la franja costera del Noroeste del Golfo de México, el esfuerzo pesquero aplicado a las pesquerías ribereñas también es difícil de determinar y cuantificar, principalmente debido al uso indistinto que le dan a las embarcaciones, así como a las actividades múltiples de los pescadores quienes

pueden cambiar de pesquería objetivo dependiendo la abundancia de los mismos De acuerdo a los registros de captura de las oficinas de Pesca del norte de Veracruz, como son Tamiahua, Naranjos, La Laja y La Ribera de Tampico Alto, operan en toda la zona 20 Sociedades Cooperativas Pesqueras, 2 Sociedades de Solidaridad Social, 2 Unidades de Producción Pesquera y 88 permisionarios y según los reportes oficiales son alrededor de 3,111 pescadores con permiso de escama en general y 2,408 embarcaciones menores (SAGARPA, 2002b),

MANEJO

Medidas administrativas

Para llegar a establecer el periodo de veda reproductiva de lisa y lebrancha en Tamaulipas y Norte de Veracruz del 1º al 31 de Diciembre y del 1º al 28 de Febrero de cada año, se tomaron en cuenta tanto los aspectos biológicos como los aspectos socioeconómicos, permitiendo por un lado, el desove de una parte de la población adulta manteniendo un cierto nivel de supervivencia de los individuos, y por otro lado, permitiendo la explotación de una fracción de la población para la comercialización de la gónada, manteniendo un balance biológico y socioeconómico (Wong y Vasconcelos, 1988). Esta condición es posible lograrla dado que la temporada de mayor captura en el caso de la Lisa se ubica en los meses de noviembre y diciembre, y de la lebrancha en febrero y marzo, periodos en los cuales se intensifica la actividad pesquera para aprovechar el movimiento reproductivo de la especie y comercializar sus gónadas - NOM-016-PESC-1994 (D.O.F. 24/04/95). Además de esta medida preventiva, se reglamentó también el uso de artes de pesca específicas para cada especie, siendo la red agallera con luz de malla de 4 pulgadas para la captura de lisa y de 3 pulgadas para la lebrancha, así como tallas mínimas de captura en longitud total de 31 cm. para lisa y de 26 cm. para lebrancha.

Información disponible.

De acuerdo a la estructura de la captura por clases de edad con individuos monitoreados entre 1994 y 2001 (Gómez *et al.*, 1996, 1997, 1999, 2000, 2002), con intervalo de tallas entre los 20 y 51 cm. de longitud total, se observó que la clase de edad tres es la que prevalece en la captura (Fig. 9). Asimismo, la talla en longitud total de primera madurez sexual registrada para la lisa en la laguna Madre es de 26 cm. para machos y 30 cm. para hembras (edades entre 2.5 y 3 años). Los individuos ingresan a la pesquería desde los dos años de edad, y a los tres años el 100% de hembras se encuentran completamente maduras. Los individuos son completamente vulnerables al arte de pesca a la edad de tres años, cuando alcanzan una talla entre 30 y 35 cm. de longitud total (Fig. 10). La clase de edad tres fue la más explotada entre 1994 y 2000, y en el 2001 aparece la edad cuatro (Fig. 11).

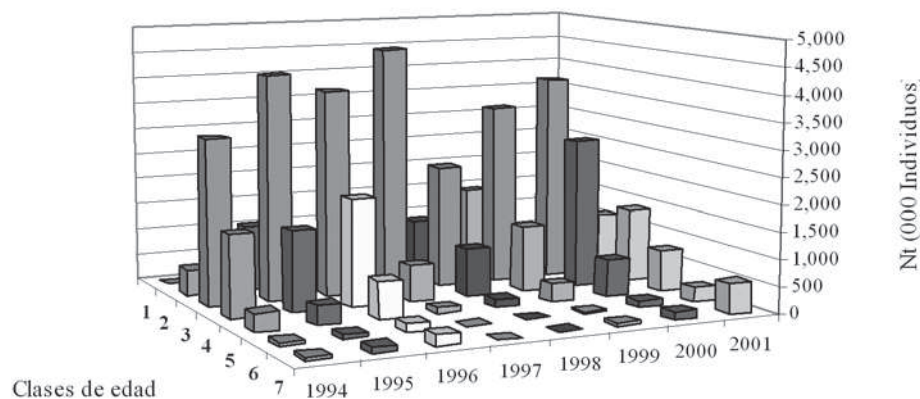


Figura 9. Estructura de la captura en número de individuos por clases de edad de la pesquería de lisa *Mugil cephalus*, en la laguna Madre, Tamaulipas (1994-2001).

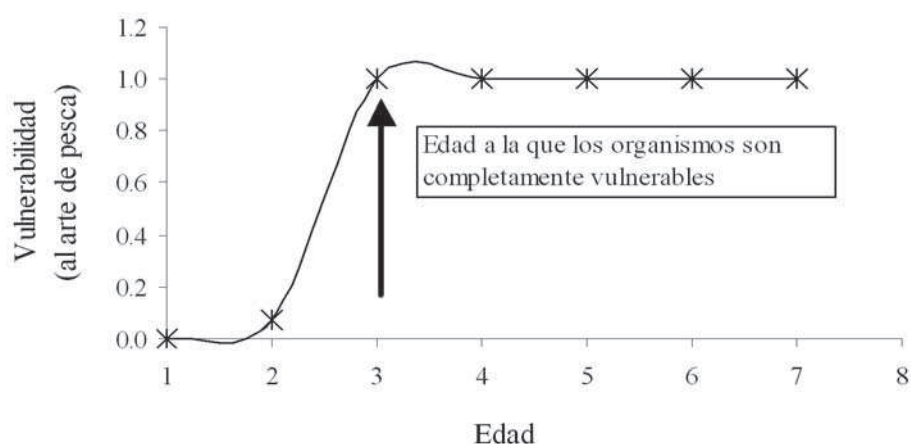


Figura 10. Vulnerabilidad por clases de edad al arte de pesca de la Lisa *Mugil cephalus* que captura la flota ribereña de la Laguna Madre, Tamaulipas.

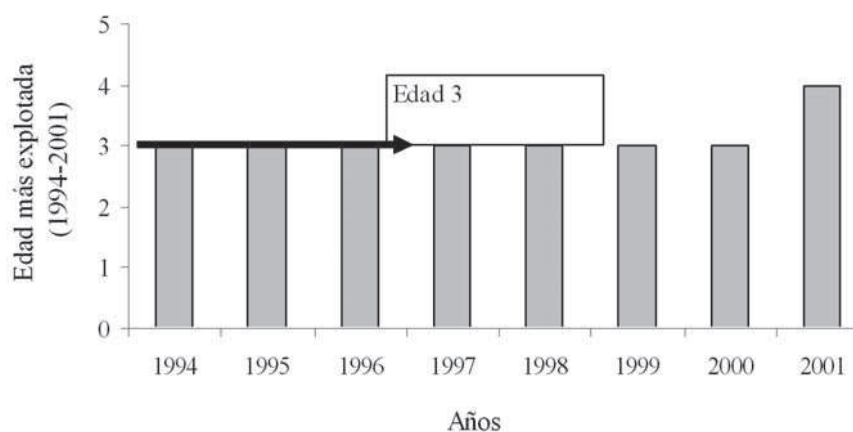


Figura 11. Edad más explotada por la flota ribereña del stock de lisa *Mugil cephalus*, de la laguna Madre, Tamaulipas entre 1994 y 2001.

La información disponible de lisa, en la laguna Madre, Tamaulipas, permitió la aplicación de un Modelo de Biomasa Dinámico (Hilborn y Walters, 1992), para evaluar el estado actual de la pesquería y simular algunas estrategias de manejo, utilizando una solución no-lineal y dinámica en tiempos discretos, de acuerdo con Punt y Hilborn (1996). Los resultados de esta evaluación (Gómez y Monroy, 2000) indican que la población existente en la Laguna

Madre se encuentra en un estado de sobreexplotación, por arriba del nivel de máximo rendimiento sostenible, estimado en 3,017 ton. En la estimación de la biomasa para 1999 fue de $B_{1999} = 11,027$ t y sugiere una población con ligeros signos de deterioro, al ser comparada con la Biomasa inicial (B_{inf}) de referencia correspondiente al año de 1975, y estimada en 27,997 t. El cociente B_{1999}/B_{inf} fué de 0.39, inferior al punto de referencia correspondiente a la biomasa en rendimiento máximo sostenible (B_{rms}/B_{inf}) que deberá estar alrededor del 0.5. Por lo anterior se recomendó que se establecieran algunas medidas regulatorias a la pesca que permitieran que la población explotada pudiera recuperarse y mantenerse en un estado saludable. Entre las medidas recomendadas se sugiere la aplicación de una cuota de captura precautoria de 2,715 t para todo el año, lo cual significaba, una disminución aproximada de 10% en el rendimiento promedio con el fin de provocar un incremento en la biomasa actual teniendo como objetivo la razón $B_{rms}/B_{inf}=0.5$. Adicionalmente los grupos de pescadores de la Laguna Madre aplicaron una veda voluntaria en los meses de Septiembre y Octubre, cuando el recurso todavía no tiene mucho valor. El argumento de esta iniciativa fue obtener mejores rendimientos para el mes de Noviembre.

La medida de la veda voluntaria fue adoptada durante la temporada de pesca del 2000. Ese año la captura anual aumentó en un 48% obteniendo una captura de 5,076 toneladas, de las cuales el 37% se extrajeron de enero a agosto, el 2% en septiembre y octubre y el 63% en noviembre con una captura de 3,123 toneladas, que comparada con la que se ha estado capturando en años anteriores de 877 t (Fig. 11). esta captura del año 2000 excedió al rendimiento máximo sostenible estimado en 1999 en un 63%, y la cifra recomendada como medida precautoria de 2,715 t anuales, fue superada con un 86%. Esto finalmente contradecía lo pronosticado por el modelo utilizado.

Durante el siguiente año (2001) se observó que durante el mes de noviembre se capturó solamente el 40% de la captura anual, que fue de 1,279 toneladas. Esta tendencia fue semejante a los años del periodo de 1990 a 1999, disminuyendo significativamente en captura total en un 36% en comparación con el año precedente (2000).

En la siguiente temporada de pesca (2002), se realizó nuevamente la evaluación de la pesquería, incorporando la información hasta el 2001. Sin embargo, durante ese año se tuvo la posibilidad de incorporar la información de edades, por medio del uso de un modelo de estructura de la captura por clases de edad (Ludwig y Walters, 1985); asimismo se adicionó la información de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) registrada por la flota ribereña. Estos ajustes al modelo permitieron corregir significativamente las estimaciones de las biomasa actual, en rendimiento máximo sostenible e inicial. Los resultados indicaron nuevamente una tendencia decreciente del stock, registrando un decremento en la biomasa de aproximadamente el 63%. Este modelo estimó la biomasa actual (B_{2001}) en 11,500 t, que comparando con la biomasa inicial (B_{inf}) estimada en 17,527 t, representa el 66% de la población (B_{2001}/B_{inf}).

En el presente análisis se propuso un punto de referencia precautorio para mantener el nivel de la biomasa vulnerable del stock por arriba del 30% de la biomasa inicial. Al comparar los 12 años de simulación en tres escenarios de manejo, se pudo observar que mientras la captura se mantuviera alrededor de las 3,500 ton, la biomasa se mantendría entre el 30 y 50% de la biomasa inicial del stock, el cual se consideró como un nivel precautorio (Fig. 12). Los resultados de estos análisis permitió recomendar que mientras las capturas

estuvieran fluctuando alrededor de las 3,500 ton, se podría mantener el mismo esquema de manejo en lo que se refiere a luz de malla, talla mínima de captura y periodo de veda, sin la necesidad de añadir una cuota de captura, ya que en los años en que se presente un buen reclutamiento se podrán registrar capturas por arriba de las 3,500 ton. (Gómez, *et al.*, 2002). A pesar de estas aplicaciones, la fuerte temporalidad en la captura de la lisa y la alta variabilidad en su vulnerabilidad, que se observa en la Laguna Madre (Fig. 13), todavía no fue posible adaptar un modelo para estimar con menor incertidumbre, que permita adoptar medidas que mejoren la certidumbre de los resultados esperados de la regulación de la pesca de este recurso.

Debido a lo anterior, pero tomando en cuenta todas las estimaciones de los parámetros y de las biomazas (actual - 2001, en rendimiento máximo sostenible e inicial) durante la temporada de pesca del año 2003 se realizó un análisis con la información disponible de capturas comerciales y esfuerzo de la pesca de lisa, concentrándose en la información biológica pesquera obtenida en noviembre y diciembre del 2000 al 2002, ya que en esos meses es la temporada de mayor captura por las migraciones reproductivas de la laguna al mar, en los cuales se intensifica la actividad pesquera por la comercialización de la gónada.

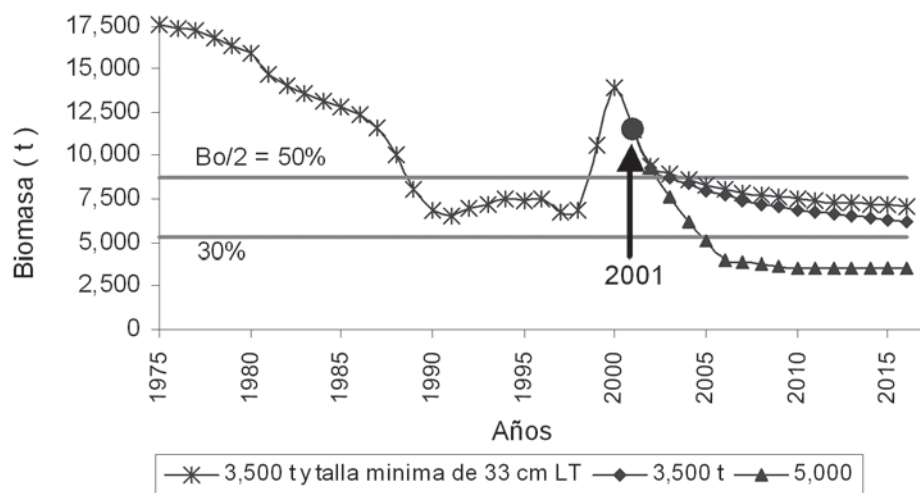


Figura 12. Tendencia de la biomasa vulnerable del stock de *Lisa Mugil cephalus*, en la Laguna Madre, Tamaulipas, estimada por el modelo entre 1975 y 2001.

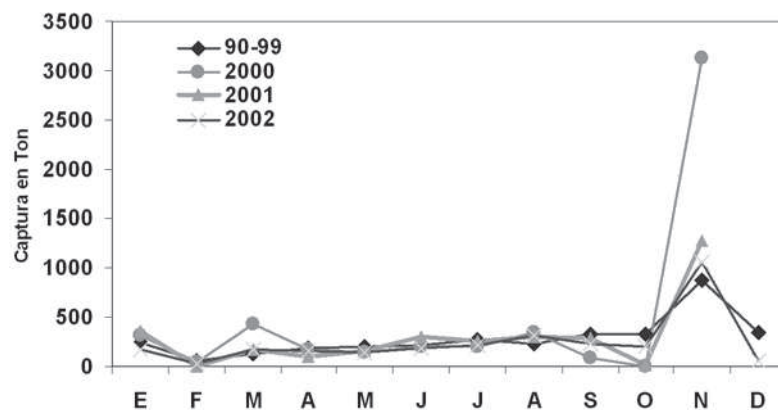


Figura 13. Comportamiento de la captura mensual de *Lisa Mugil cephalus* en la laguna Madre, Tamaulipas.

El objetivo de ese análisis fue el de determinar el efecto de ampliar el periodo de pesca en diciembre (mes de veda), en base a la petición del sector pesquero ribereño de ampliar el periodo de pesca hasta los primeros 15 días de diciembre. En este caso se tomó el punto precautorio de referencia de nivel de captura anual permisible de 3,017 t, que fue estimada como máxima sostenible. (Gómez y Monroy, 2000). Esta evaluación consistió en el análisis de las capturas comerciales y rendimientos por viaje, estimando las posibles capturas anuales totales en el caso de ampliar la temporada de pesca en cinco, diez y quince días en el mes de diciembre (Gómez, y Wakida, 2003). Los resultados de estos análisis indicaron que en caso de extender la temporada de pesca a 15 días más en los primeros días de diciembre, la captura anual oscilaría entre las 3,200 a 3,350 t, sobrepasando la captura calculada como la máxima sostenible de 3,017 t. La comparación de diferentes tiempos de extensión de la temporada de pesca, mostraron que el único periodo de extensión que se encontraba dentro del intervalo de confianza de la captura máxima sostenible era el periodo con una extensión de cinco días.

Información biológica pesquera aplicada en el modelo

Edad y Crecimiento.

La edad y crecimiento de la lisa (*Mugil cephalus*) ha sido abordado por diferentes autores, utilizando diversos métodos como la lectura de estructuras duras y el análisis de frecuencias de tallas. Se han registrado un amplio intervalo de valores para los parámetros de crecimiento (L_{∞} , k y t_0) (Tabla 1).

Tabla 1. **Parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy, reportados por diferentes autores en el Golfo de México para la lisa (*Mugil cephalus*); L_{∞} (longitud promedio asintótica), K (tasa de crecimiento), T_0 (longitud a la edad cero), LT (longitud total), LF (longitud furcal) y LP (longitud patrón).**

Localidad	L_{∞} (cm.)	K (año ⁻¹)	T_0 (años)	Autor
Lag. Madre zona Matamoros	47.0	0.46	0.11	Ma. Guadalupe Gómez (1994-1995)
Lag. Madre zona San Fernando	51.0	0.41	0.12	Ma. Guadalupe Gómez (1994-1995)
Laguna Madre	43.1	0.46	-0.16	Ignacio Fernández y Guadalupe Gómez (2001)
Laguna de San Andrés, Tamaulipas	58.8 (LF)*	0.19	-0.21	Díaz-Pardo y Hernández Vázquez (1980)
Laguna de Tamiahua, Veracruz	51.0	0.34	-0.11	Márquez (1974)
Laguna Madre, Tamaulipas	57.2 (LP)*	0.18		Marrufo (1992)
Laguna de Tamiahua, Veracruz	48.2	0.25		Díaz-Ramos (1992)
Laguna de Tamiahua, Veracruz	64.2 (LT)	0.09	-2.84	Ibáñez y Gallardo (1996)

En la figura 14 se presenta la curva de crecimiento con los parámetros utilizados en este estudio ($k = 0.46/\text{año}$, $L_{\infty} = 43.1$ cm., y $t_0 = -0.16$), los cuales fueron estimados para la lisa (*Mugil Cephalus*), en zona norte del Golfo de México.

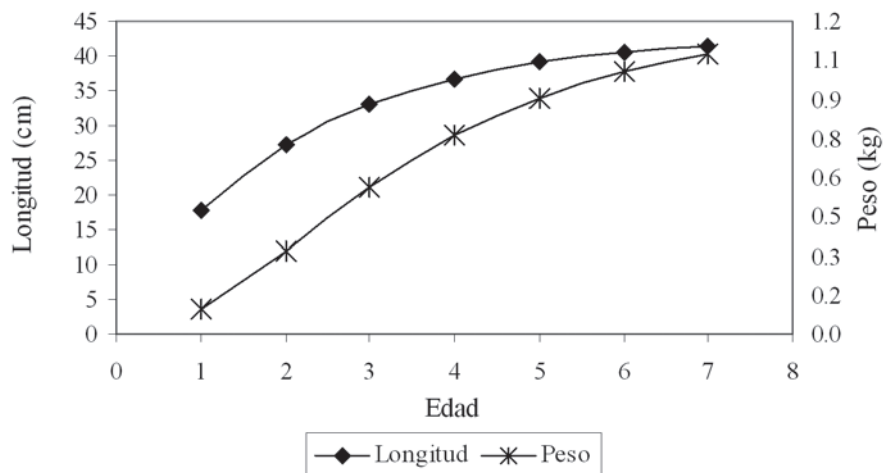


Figura 14. Relación del Crecimiento en longitud y peso con la edad de la Lisa (*Mugil cephalus*), en la zona norte del Golfo de México.

Relación Peso–Longitud.

Para estimar el peso promedio por clase de edad, se utilizó la relación peso-longitud, la cual se obtuvo a través de una regresión exponencial de las longitudes y pesos de 2,892 organismos muestreados en la laguna Madre, en los campos pesqueros de San Fernando y Matamoros, Tamaulipas. La relación obtenida fue $W = 0.00002731 L^{2.81}$, donde W es el peso entero en kilogramos y L es la longitud total en cm. En la Figura 14 se presenta la relación de edad y crecimiento en longitud y peso para los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy incorporados en el modelo.

Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de la flota ribereña de la Laguna Madre, en las zonas Matamoros y San Fernando, Tamaulipas, fue estimada con una función de densidad probabilística, asumiendo normalidad para las edades que no son completamente vulnerables al arte de pesca (menores que a_{full}) y para las edades mayores que a_{full} se les consideró completamente vulnerables, con un valor igual a uno. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$v_a = \frac{\exp(- (a - a_{full})^2 / 2\sigma^2)}{2\sigma^2}$$

Donde: a_{full} es la edad a la que los organismos son completamente vulnerables al arte de pesca y σ^2 es igual la desviación estándar de la vulnerabilidad por edad.

Planteamiento del modelo.

Para evaluar el estado actual de la pesquería de lisa (*Mugil cephalus*) y simular algunas estrategias de manejo, en las evaluaciones realizadas en el 2002, se utilizó un modelo no-lineal estructurado por edades y discreto, con ecuaciones de diferencia con retraso en el tiempo. El modelo se inicia estimando la dinámica de la estructura de la población, considerando los factores que determinan las entradas y las salidas de individuos de las

diferentes cohortes de la población (reclutamiento, crecimiento individual, mortalidad natural y por pesca). Los cambios en el número de individuos de las diferentes cohortes de la población se obtiene de la siguiente ecuación:

$$N_{a+1,t+1} = S (1 - v_a \mu_t) N_{at}$$

Donde: $N_{at,t+1}$ es número de peces de la edad $a+1$ en el tiempo $t+1$; a es la edad en años, N_{at} es el número de peces de la edad “ a ” en el tiempo t , μ_t es la tasa de explotación en el tiempo t , v_a es la proporción de animales por clase de edad a vulnerables al arte de pesca y S es la tasa de sobrevivencia.

La biomasa por clase de edad (B_{at}), se obtuvo al multiplicar el número de individuos de la edad “ a ” en el tiempo t , por su peso promedio, con la siguiente ecuación:

$$B_a = N_a W_a v_a$$

La biomasa total vulnerable al arte de pesca de la población de la lisa (*Mugil cephalus*), es el resultado de la sumatoria de la biomasa de todas las clases de edad:

$$B_{Total} = \sum_a^n N_a W_a v_a$$

Dónde: W_a es el peso promedio por clase de edad y v_a es la vulnerabilidad al arte de pesca. La captura total en el tiempo es estimada con la siguiente ecuación:

$$C_{Total} = \sum_a^n N_a W_a v_a \mu$$

Las variables de estado dentro del modelo fueron: la vulnerabilidad, el peso promedio por clase de edad, la proporción de hembras-machos, la madurez sexual y la fecundidad. Las variables de cambio fueron: el número de peces por clase de edad, la captura, los reclutas y la tasa de explotación.

Ajuste del modelo.

Para el ajuste del modelo se utilizó una función objetivo de suma de cuadrados (SSQ), bajo el criterio de minimizar la diferencia entre la estructura de la captura observada y estimada por el modelo entre los años de 1994 al 2001. Posteriormente como fuente de información adicional se añadió la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

- La captura por unidad de esfuerzo (1996 – 2001) fue considerada como la captura en kg de lisa por viaje de pesca que fueron realizados por las embarcaciones ribereñas de la laguna Madre, Tamaulipas.

Escenarios de manejo

Se consideraron tres escenarios de manejo para ver el comportamiento de la biomasa vulnerable del stock de Lisa (*Mugil cephalus*), en la laguna Madre, Tamaulipas. Para lo cual se considero un intervalo de tiempo de simulación de 12 años (2002-2013).

- Que la captura sea menor o igual a las 3,500 t anuales y una talla mínima de captura (33 cm. de longitud)
- Que la captura sea menor o igual a las 3,500 t anuales
- Una captura de 5,000 t anuales

Estado actual de la pesquería

La captura promedio anual de lisa en la laguna Madre desde la década de los ochenta se ha mantenido entre las 2,925 t hasta las 3,765 t, con años de mayor abundancia de 5,195 t en 1988 y de menor en 1998 de 2,352 t. Se puede observar en la serie histórica de las capturas que en los años de mayor abundancia siempre se excede del máximo rendimiento sostenible de 3,017 t, presentando disminución en la captura en los años subsecuentes. (Fig. 15). *Estas oscilaciones pueden ser debidas a la misma incertidumbre del modelo y a cambios en la abundancia del recurso por causas ajenas a la pesca; o ambos.*

En la temporada de pesca 2003, la captura anual registrada fue de 3,583 ton, que significa un ascenso del 15%, con respecto al periodo 2001-2002. El 52% de esta captura se registro de enero a octubre y el 48% proviene de los meses de noviembre y diciembre casi en la misma proporción. De acuerdo a los resultados del dictamen para esta temporada de pesca, donde se recomendó solo pescar los primeros cinco días de diciembre en el mes de veda, el 25% de la captura fue de esos “cinco días” con 897 ton, y de acuerdo al registro de la captura por día de pesca, los pescadores que los trabajaron obtuvieron una captura por viaje de 270 kilos, similar a la registrada en noviembre, y en ambos meses el 40% de la población fueron hembras. Esta captura de 3,583 t sobrepasa en un 19% la captura calculada como la máxima sostenible de 3,017 t.

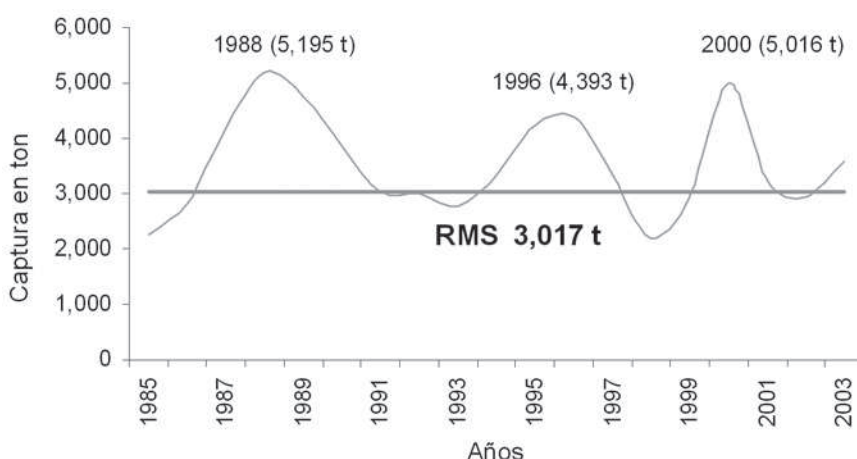


Fig. 15. **Comportamiento de la captura de lisa *Mugil cephalus* en relación con el captura máxima sostenible. Periodo 1985-2003.**

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Análisis de las capturas comerciales registradas por temporada de pesca y de los rendimientos por viaje, tomando en cuenta las estimaciones de los parámetros y de las biomásas actual e inicial, producto de los resultados de los análisis realizados, para determinar el efecto de la pesca de lisa durante los primeros días del mes de diciembre (mes de veda).

Implicaciones en el manejo.

La pesquería de la *lisa* y la *lebrancha*, dentro de los recursos de escama, son importante en Tamaulipas y Norte de Veracruz, debido a su abundancia y los beneficios económicos que brinda. Sin embargo a pesar de haberse realizado investigaciones para determinar su ciclo biológico y por consecuencia establecer una veda para la sustentabilidad del recurso, ésta ha sido poco comprendida. El gran problema que presentan estas pesquerías es que cada vez es mayor el esfuerzo que se aplica al recurso, incluso llegando a ser incontrolado. Además, la pesca se efectúa con artes poco selectivas de mallas menores a las establecidas por la norma, y redes de arrastre que causan además daño al ecosistema con efecto en otras especies de importancia comercial como son las *truchas*, *mojarras*, *sargos*, *curvinas*, etc., cuya captura también ha ido a la baja.

Como ya se menciona anteriormente, el periodo de veda se implemento tomando en cuenta tanto los aspectos biológicos como los aspectos socioeconómicos, y este ha sido cuestionado por el sector pesquero debido a la creciente demanda y buen precio que fue adquiriendo la hueva de lisa. La temporada de mayor captura antes y después de establecerse oficialmente este periodo de veda, se ubica en los meses de noviembre y diciembre en donde en la Laguna Madre se concentra el 36% de la captura anual, periodo en el cual se intensifica la actividad pesquera para aprovechar el movimiento reproductivo de la especie y comercializar sus gónadas. Actualmente aún cuando existe la veda, se siguen registrando en el mes de diciembre capturas comerciales.

Como ya se ha mencionado, el periodo comprendido de máximo desarrollo gonádico de lisa en la laguna Madre se ubicó entre el 15 de noviembre y el 15 de diciembre (fase de desove masivo), por lo tanto con la veda en el mes de diciembre se esta protegiendo el 50% de la población adulta desovante, considerándose en este mes solamente los primeros 15 días de desove masivo (el 25% de la población), ya que en el resto del mes aparecen en la captura ejemplares ya desovados que regresan a los estuarios y lagunas costeras. Por el contrario, en el mes de noviembre se aprovecha para la comercialización de la gónada toda la población ya que el 100% de los individuos presentan gónada en fase de predesove y desove ya comerciables. Por lo tanto si se deja pescar los primeros días de diciembre, se estaría reduciendo considerablemente la parte proporcional destinada para proteger la reproducción del recurso, dejando nulo el objetivo principal de esta veda reproductiva.

Conclusiones

Desde 1987 la captura de lisa en la laguna Madre, se ha presentado de manera cíclica con alzas y bajas entre las 3,000 y 5,000 t aproximadamente. Estas oscilaciones puede ser debido a fluctuaciones naturales del recurso, o bien por algunas deficiencias observadas en la captación de la información sobre captura, así como también a la escasa información sobre el esfuerzo pesquero aplicado en cada temporada de pesca. Con la captura registrada en el 2003 de 3,583 t, se inicia un ascenso del 15% después de los dos años anteriores donde se registraron capturas baja, pudiéndose considerar como parte de un comportamiento normal del recurso.

Se ha avanzado en el conocimiento del comportamiento de la población de la lisa en la Laguna Madre. La información generada ha permitido establecer regulaciones para su aprovechamiento, como son la veda, la talla de primera captura y la cuota de captura anual. Sin embargo, a lo largo de los trabajos de investigación se han detectado algunas áreas de información que no han sido cubiertas satisfactoriamente y que pueden impactar fuertemente en los sistemas de administración del recurso. Entre la información y puntos de desarrollo que deberán generarse en los próximos años se destaca lo siguiente:

1. Modelar el impacto de las regulaciones en la población de hembras de un año particular.
2. Desarrollar indicadores biológicos eficientes, para analizar el comportamiento de la población; por ejemplo, abundancia de hembras durante los meses de octubre a diciembre.
3. Comparar las existencias de la población de lisa, por clases de edad en un ciclo anual.
4. Desarrollar sistemas eficientes de captura, para la selectividad de organismos maduros, principalmente dentro de los meses de mayor captura
5. Adoptar sistemas adaptativos en el manejo del recurso en las lagunas costeras que conduzcan a la sustentabilidad del recurso; así como maximizar los beneficios económicos de la actividad y la aceptación social.
6. Diseñar sistemas de calidad donde se garantice la disminución de la merma en la extracción de los subproductos, como las gónadas y las mollejas.

Estas acciones permitirán finalmente, aprovechar de manera racional el recurso lisa y lebrancha en los estados ribereños del Golfo de México.

Campos de Colaboración.

Gobierno del Estado de Tamaulipas y Sector Pesquero, mediante convenios para apoyo económico y de investigación.

REFERENCIAS

- Alvarez-Lajonchere L. 1976. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae). Centro de Investigaciones Marinas. Fac. de Ciencias. Universidad de la Habana, Cuba. Serie 8, No. 28. Mayo de 1976.
- Castro J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dirección General del I.N.P. México. 1-298.
- García S.S. 1977. Informe complementario sobre problemática de la Laguna Madre. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- García S.S. 1978a. Algunas observaciones sobre la Biología y Pesquería de Lebrancha *Mugil curema* del Sur de Tamaulipas, y Norte de Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- García S.S. 1978b. La pesquería de la Lisa *Mugil cephalus* en los Estados de Veracruz y Tamaulipas. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- García S.S. 1980. Contribución al estudio de la pesquería de Lisa (*Mugil cephalus* L.) en la laguna de Tamiagua, Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- García S.S. 1981. Informe técnico sobre evaluación de la Lebrancha *Mugil curema*. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- García S.S. 1982a. Evaluación de las capturas de Lisa en el NE del Golfo de México. Periodo 1965-1979. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- García S.S. 1982b. Contribución al conocimiento de la biología pesquera de Lisa (*Mugil cephalus* L.) del Norte de Veracruz y Tamaulipas. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- García S.S. 1991. Informe técnico sobre Normatividad Pesquera para el aprovechamiento de los recursos pesqueros Lisa (*Mugil cephalus* L.) y Lebrancha (*Mugil curema* C.yV.) de Tamaulipas y Norte de Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (documento interno no publicado).
- NOM-016-PESC-1994 (D.O.F. 24/04/95), "Regula la pesca de *lisa* y *liseta* o *lebrancha* en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe".
- Gómez, O.G., F. Robles, & R. Arteaga. 1996. Avance de informe técnico de investigación "Aspectos biológicos pesqueros de Lisa y Lebrancha en Tamaulipas y Norte de Veracruz periodo 1994-95. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- Gómez, O.G., F. Robles, & R. Arteaga. 1997. Aportación al estudio de la Biología Pesquera de Lisa *Mugil cephalus* en la Laguna Madre, Tamaulipas periodo 1994-95. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- Gómez, O.G., F. Robles, & R. Arteaga. 1999. Situación Actual de las Pesquerías Ribereñas de Escama en Tamaulipas y Norte de Veracruz, periodo 1996-97. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).

- Gómez, O.G., F. Robles, & R. Arteaga. 2000. Las Pesquerías ribereñas de escama en Tamaulipas y Norte de Veracruz, periodo 1998-99. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- Gómez, O.G. & Monroy G. M. del C. 2000. "Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y manejo 1999-2000". Cap. Lisa y Lebrancha del Golfo de México. pp 705-725. INP-SAGARPA. México.
- Gómez, O.G., Monroy G. M. del C., F. Robles, & R. Arteaga. 2002. Evaluación de la pesquería de Lisa *Mugil cephalus* en la laguna Madre Tamaulipas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- Gómez, O.G. & Wakida A. 2003. Dictamen técnico para la pesquería de Lisa *Mugil cephalus* en la laguna Madre, Tamaulipas, temporada de pesca 2003.
- Hilborn, R. and C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall. New York.
- López C.J. 1982. Descripción de la unidad de pesquería de la Lisa *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 y de la Lebrancha *Mugil curema* Valenciennes, 1836 del Golfo de México. Tesis profesional para optar el título de Biólogo. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. México.
- Ludwig, D. and C. J. Walters. 1985. Are age-structured models appropriate for catch-effort data? Can. J. Fish. ulc quat. Sci. 42: 1066-1072.
- Punt, A. E. and R. Hilborn. 1996. Biomass dynamic models. User's manual. FAO. Computerized Information Series. Fish. FAO No. 10. Rome, FAO: 62pp.
- SAGARPA, 2002a. Archivos de la Subdelegación de Pesca en Tamaulipas.
- SAGARPA, 2002b. Archivos de la Subdelegación de Pesca en Veracruz.
- SAGARPA, 2003. Archivos de la Subdelegación de Pesca en Tamaulipas.
- Santiago Z. A. 1987. Determinación de la edad y Crecimiento de lisa *Mugil cephalus* Linnaeus, en el Sistema lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oax. México.
- Thomson J.M. 1963. Synopsis of Biological data on the Grey Mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758. División of Fisheries and Oceanography. Australia, June 1963.
- Wong, M., & J. Vasconcelos 1988. Informe técnico para el establecimiento del periodo de veda de la Lisa *Mugil cephalus* y Lebrancha *Mugil curema* en ambos litorales de la República Mexicana. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado). Dir. de Análisis de pesquerías. México.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



La pesquería de Mero
 La pesquería de Mero
 La pesquería de Mero



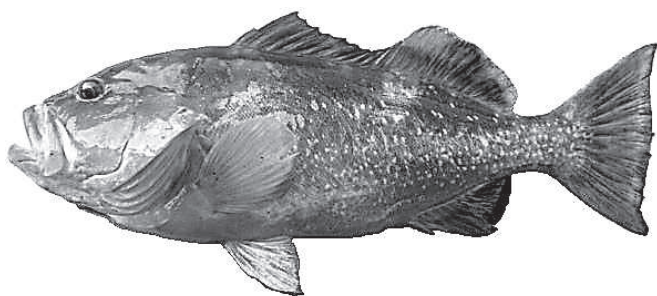
Mero
 Mero
 Mero
 Mero
 Mero

Mero

Mero

BREVIARIO

Mero
Especie: Mero (<i>Epinephelus morio</i>). • La pesca se realiza todo el año; la temporada de mayor captura (enero-abril) coincide con la época reproductiva. • El esfuerzo pesquero disminuye en agosto-noviembre con la desviación de la flota hacia la captura de pulpo; incrementándose de diciembre a marzo, con la reincorporación de las embarcaciones que se dedican a la pesca del pulpo. • Se estima la biomasa actual en 46,487 t. • Tres flotas aprovechan el stock de mero: dos mexicanas (industrial y artesanal) y una cubana (industrial). • La incorporación del palangre de línea larga con carrete hidráulico como arte de pesca ha incrementado el poder de pesca.
Tendencia de la captura: • Captura en 2003: 5,991 t: 30% con respecto al máximo histórico (1972).
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo: • Modelo estructurado por edades.
Estado de la Pesquería: • Sobreexplotada.
Medidas de manejo: • Talla mínima de captura 30 cm. de longitud total; Veda temporal durante el periodo reproductivo (invierno).
Medidas de manejo propuestas: Cuotas de captura; Veda temporal durante todo el periodo de reproducción; Establecimiento de Áreas Restringidas a la Pesca de mero en los hábitat críticos de la especie (zonas de reproducción y reclutamiento).
Objetivo de las medidas: • Recuperar el nivel de la biomasa arriba del Punto de Referencia Límite (PRL) de 74,000 t en el corto plazo (5 años) y al Punto de referencia objetivo (PRO) de 124,000 t en el largo plazo (20 años).



Mero

Epinephelus morio

Rogerio Burgos Rosas
Manuel Pérez Pérez

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén
Domicilio conocido, Carretera a Chelem Puerto de Abrigo
C.P. 97320, Yucalpetén, Yucatán

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

En Yucatán la captura de organismos acuáticos se ha enfocado principalmente a tres recursos: mero, pulpo y rubia (Tabla 1).

La captura de escama reportada por Yucatán en 2004 fue de 15,607 toneladas métricas. De éstas, el mero representó el 35.6 % con 5,551 t, generando una derrama económica de \$111.0 millones de pesos. En el ámbito nacional, esta pesquería ocupó el doceavo lugar de importancia con 9,722 t durante 2001; de ellas, el Golfo de México aportó el 98%, con 9,534 t. Yucatán fue el principal productor, aportando el 78% de la captura del Golfo de México y el 76.5 % del total nacional.

En los últimos años el mero representó aproximadamente el 70% del total de la captura de escama de Yucatán. Esta pesquería representa además una fuente importante de empleos y de captación de divisas. Se lleva a cabo tanto en zona costera como en altamar, por medio de tres flotas: la flota artesanal, la flota industrial y la flota cubana. La primera, esta compuesta de 1835 embarcaciones tipo lancha con motor fuera de borda de dos tiempos. La flota industrial por su parte se compone de 515 embarcaciones de mediana altura de no más de 22 m de eslora. La flota cubana, según el convenio de pesca México-Cuba, es de 12 barcos tipo lambda con 6 lanchas chernereras cada uno. Cada flota contribuye de manera significativa con la producción de mero y de especies similares en la Sonda de Campeche.

ESPECIES	TONELADAS
PULPO Maya	10487
PULPO Vulgaris	6937
MERO	5551
CAMARON(CULTIVO)	2387
RUBIA	1898
CARITO	683
HUACHINANGO	468
CHACCHI	436
CORVINA	386
LANGOSTA	355
TIBURON	335
PARGO	295
CAZON	285
MOJARRA	137
ROBALO	119
BONITO	118
ATUN	112
SIERRA	77
JAIBA	72
JUREL	28
CAMARON (ALTAMAR)	15
OTRAS ESPECIES	4780

Tabla 1. **Captura total de productos marinos en Yucatán en 2004.**

Biología

El mero *Epinephelus morio* se distribuye desde Massachusetts (E.U.A.) hasta Río de Janeiro (Brasil); sin embargo, la mayor densidad de organismos se localiza dentro de el Banco de Campeche (Moe, 1969). Es habitante de la comunidad bentónica de aguas tropicales con temperaturas mayores de los 20 °C y las mayores densidades se encuentran entre 20 y 25 °C. Por sus hábitos demersales, esta especie presenta gran afinidad por los fondos duros, arrecifes coralinos y cualquier refugio del fondo. Esta especie es un carnívoro oportunista no especializado, que consume principalmente crustáceos, peces y moluscos.

EL mero tiene la característica de ser hermafrodita secuencial con inversión protogénica; ésta consiste en la transformación de hembras a machos conforme crecen. Su fecundidad promedio es de 253,350 huevos por hembra. Los desoves se llevan a cabo de febrero a abril en la parte Oriental del Banco de Campeche, entre los 20 y 90 m de profundidad (Giménez *et al.*, 2003).

El reclutamiento a la pesca del mero o cherna americana se presenta entre los primeros dos años de su ciclo de vida, en la zona costera. Por este comportamiento los juveniles y preadultos (de 1 a 3 años) se encuentran en aguas bajas cerca de la costa, entre 10 y 30 m de profundidad y los adultos (mayores de 4 años) se encuentran en profundidades hasta de 130 m (Valdés y Padrón, 1980). En el Banco de Campeche, las áreas de concentración de *E. morio* responden a patrones estacionales asociados con la dispersión de huevos y larvas, el comportamiento reproductivo, los hábitos alimenticios y la disponibilidad de refugios.

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

En la pesquería de mero participan tres flotas: dos mexicanas (artesanal e industrial) y una cubana.

La flota industrial cuenta con 515 embarcaciones muy heterogéneas: son de madera, metal o fibra de vidrio y entre 10 a 22 m de eslora; la mayoría equipadas con instrumentos de navegación y ecodetección. La capacidad de bodega es variable.

La flota artesanal o flota menor esta compuesta de 1,835 lanchas de madera y fibra de vidrio, con eslora de 6.5 a 7.5 m con motores fuera de borda y el uso de dispositivos de posicionamiento por satélite (GPS) es cada día más utilizado.

La flota cubana emplea 12 embarcaciones de 22 m de eslora, que son de casco metálico, tipo Lambda. Cuentan con aparatos electrónicos para la navegación. Cada barco funciona como nodriza de seis lanchas cherneras (auxiliares) de 4 m de eslora y motor de base.

El viaje de pesca típico de las embarcaciones de la flota industrial mexicana dura de 15 a 18 días. Se utilizan dos métodos de pesca. El primero es el del barco nodriza de 7 a 10 alijos. El segundo método incluye la utilización del palangre de línea larga con carrete hidráulico.

La flota artesanal hace viajes diarios, no mayores a 10 horas. A pesar de que el palangre de mano es bastante usual en esta flota, el uso de la línea de mano como único arte de pesca es aún frecuente.

Las embarcaciones cubanas realizan viajes de 30 días promedio. Utilizan un palangre de fondo.

Tendencias históricas

La captura de mero tuvo su fase de crecimiento desde sus inicios hasta el año de 1972, cuando tuvo un máximo de 19,886 t, en donde las flotas mexicanas (mayor y artesanal) contribuyeron con 14,086 t y la flota cubana registró 5,800 t (Fig. 1.).

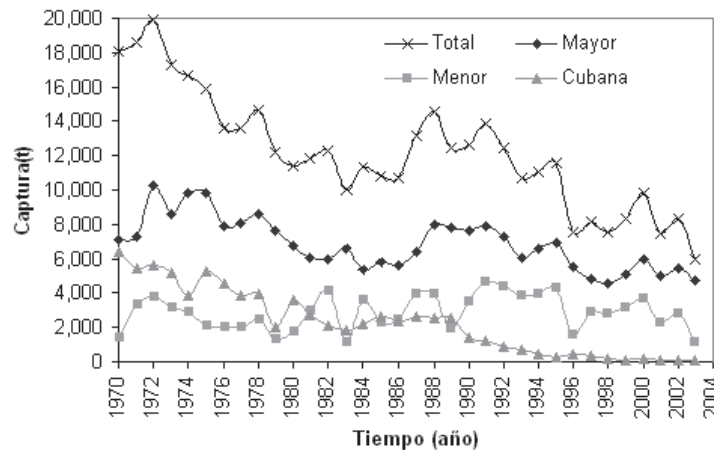


Figura 1. Captura histórica de mero en Yucatán por tipo de flota y total.

En los últimos cinco años la captura mexicana ha tenido un promedio de 7,965 t de las cuales alrededor de 5,000 t fueron capturadas por las flotas mexicanas y el resto por la flota cubana. En 2003 la captura disminuyó al nivel más bajo de la historia de la pesquería con sólo 5,991 t de captura total de las cuales la flota industrial de México contribuyó con 4,760 t, la flota artesanal con 1,122 t y la flota cubana con 109 t.

Se ha observado que en los últimos diez años la especie objetivo de esta pesquería se ha diversificado, de tal forma que el mero o cherna americana contribuye solamente con una porción importante de la captura. Sin embargo, se observa que cada vez más especies son de interés para la pesquería (tabla 2).

Por ejemplo, el llamado mero blanco o extraviado muestra cada vez más importancia en la captura y en el mercado de esta pesquería, asimismo, otras especies de Serránidos, Lutjánidos y otras familias también aparecen de manera más frecuente y con mayor peso en la captura.

La aparición de estas especies incidentales se debe a dos aspectos fundamentales: la disminución del stock de mero rojo y la utilización del carrete hidráulico que ha permitido hacer lances del palangre en mayores profundidades y en zonas diferentes a las que trabaja la flota que lleva alijos.

Pesca incidental

La pesquería del mero es multiespecífica ya que junto con *E. morio* se capturan una gran cantidad de especies, principalmente Serránidos y Lutjánidos. En los últimos años, más del 65 % de la captura total de una embarcación de la flota mayor, estuvo representada por *E. morio* (Tabla 2).

Nombre común	Nombre científico	% en la captura
Mero	<i>Epinephelus morio</i>	59.72
Negrillo	<i>Mycteroperca bonaci</i>	28.14
Huach castilla	<i>Lutjanus campechanus</i>	3.58
Pargo criollo	<i>Lutjanus anales</i>	3.24
Cazón	<i>Carcharhinus falciformes</i>	0.85
Huach aleta Neg	<i>Lutjanus buccanella</i>	0.78
Mojarra	<i>Calamus bajonado</i>	0.56
Coronado	<i>Seriola zonata</i>	0.53
Mero blanco	<i>Epinephelus flavolimbatus</i>	0.48
Canané	<i>Ocyurus chrysurus</i>	0.32
Pargo perro	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	0.30
Esmedregal	<i>Rachycentron canadus</i>	0.08
Pargo Mulato	<i>Lutjanus griseus</i>	0.06
Picuda	<i>Shyraena sp</i>	0.05
Huach ojo amarillo	<i>Lutjanus vivanus</i>	0.02
Otras especies		1.28

Tabla 2. Principales especies capturadas en la pesquería de mero en el Banco de Campeche en 2004 (flota Industrial).

Las embarcaciones de la flota artesanal que pescan en la zona poniente del Estado, en Celestún y Sisal, registraron 18 % de mero de su captura total de escama en 2003. En los puertos del oriente del Estado, la flota artesanal capturó el 56 % de mero en 2003. Esta flota captura principalmente chacchi, mojarra, canané, rubia y boquinete (Tabla 3).

Nombre común	Nombre científico	% en la captura
Mero	<i>Epinephelus morio</i>	50.92
Rubia	<i>Lutjanus synagris</i>	24.11
Chacchi	<i>Haemulon plumieri</i>	7.58
Canané	<i>Ocyurus chrysurus</i>	6.26
Pargo mulato	<i>Lutjanus griseus</i>	2.15
Esmedregal	<i>Rachycentron canadus</i>	1.83
Mojarra	<i>Calamus bajonado</i>	1.31
Pargo Criollo	<i>Lutjanus anales</i>	0.77
Abadejo	<i>Mycteroperca microlepis</i>	0.25
Filete		2.13
Otras especies		2.89

Tabla 3. Principales especies capturadas en la pesquería de mero en el Banco de Campeche en 2004 (flota Artesanal).

Interacción con otras pesquerías

El arte de pesca utilizado no es selectivo, por lo que durante las actividades de pesca se puede capturar una gran variedad de especies de escama. Las embarcaciones tienen la particularidad de poder cambiar sus artes de pesca según la temporada, con lo que tienen acceso a pesquerías tan diferentes como la de pulpo y la de langosta. Cuando la temporada de pesca de estas especies comienza (al término de la veda), parte de la flota deja de pescar mero y dirige su esfuerzo a estas pesquerías (Fig. 2).

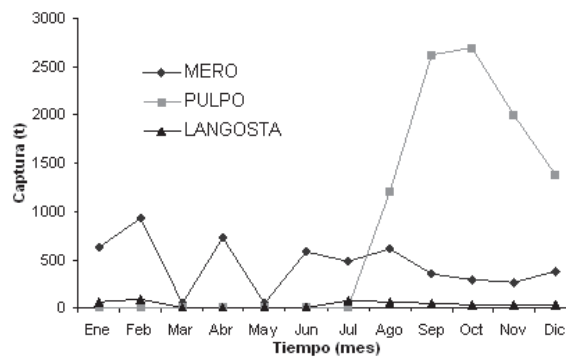


Figura 2. Comportamiento mensual de la captura de mero, pulpo y langosta durante 2003 (SAGARPA, Del. Fed.)

La flota menor, dependiendo de la temporada de captura, utiliza las mismas embarcaciones para todas las especies de las que tengan permiso de pesca. Así se utilizan con compresores para buceo de langosta, con redes de enmalle para capturar sierra y carito o para pescar robalo y lisa dentro de la Ría.

Algunas de las embarcaciones de la flota industrial llevan como arte de pesca alternativo la bicicleta huachinanguera. De esta forma se realiza la pesca de huachinango cuando la captura de mero no cubre las expectativas del viaje. Por esta razón las embarcaciones pueden traer mezclada la captura, pues cambian de especie objetivo.

Moreno *et al.* (1991) demostraron que las flotas que hacen uso compartido del recurso mero están teniendo superposición en sus rendimientos debido a la utilización de la zona de captura. De este modo la superposición de las flotas Industrial y cubana varía de 52% a 57%; entre la flota industrial y costera está cercana al 60% y entre la costera y cubana está entre 12% y 18%.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

Según la información oficial de la CONAPESCA (2001), existen en Yucatán 54 plantas de las cuales se considera que 22 realizan procesos de tipo artesanal (centros de recepción en los puertos), mientras que 32 son congeladoras con una capacidad instalada promedio de 37.6 t/h. La mayor parte de las congeladoras se encuentran en el puerto de Progreso y el puerto de abrigo de Yucalpetén.

Las plantas de procesamiento están certificadas por la Norma Oficial Mexicana 128-SSA-1994, para el aseguramiento de la calidad de los productos de la pesca y acuicultura, lo que les permite exportar productos a EUA, Europa y Asia. En general estos productos se refieren a productos fresco-congelados y filete. No hay procesamientos más elaborados en Yucatán (CONAPESCA, 2001).

La infraestructura de muelles en Yucatán cuenta con una longitud de atraque de 1,735 m para la flota industrial (Yucalpetén, Celestún, etc.) y 4,559 m para la flota artesanal, distribuidos en todos los puertos del estado (CONAPESCA, 2001).

Indicadores económicos

En la actualidad, prácticamente toda la producción de mero se exporta a los Estados Unidos. A partir de 1995 se han exportado entre tres y cuatro mil toneladas, lo que equivale prácticamente al total de la captura de la flota mayor del Estado de Yucatán. El resto de la producción se distribuye en los principales centros distribuidores del país como es el Distrito Federal, en centros turísticos del Caribe mexicano y sólo una mínima parte en Yucatán. Datos de los EUA muestran que el precio que se pagó por el mero fresco importado de México para el primer semestre de 2004 fue de \$ 27.00/Kg.

El número de empleos que genera la pesca es bastante incierto, ya que es una actividad en la que los pescadores no cuentan con ningún tipo de seguridad social, por lo que se convierten en trabajadores que constantemente cambian de un barco a otro o se dedican a otras actividades fuera de la pesca, regresando a ella por temporadas. Sin embargo, se considera que el número de pescadores fijos está en un intervalo de 10 a 12 mil personas, más cuatro a siete mil pescadores eventuales. Las plantas mantienen otro grupo importante de empleos directos (cerca de 2,000) y se puede decir que en gran medida la economía de la costa yucateca se basa en la actividad pesquera, por lo que el desarrollo de los servicios está fuertemente ligado al desarrollo del sector.

En la actividad participan diferentes actores:

- Los Industriales (que son los dueños de las plantas, de la flota mayor y en gran medida de las embarcaciones de la flota artesanal). Este grupo es el que realiza la actividad de comercialización. También son los que cuentan con los permisos de pesca.
- Las Cooperativas (también tienen algunas plantas y embarcaciones). Normalmente mantienen relación con los industriales, ya que son a ellos a los que se les vende el producto.
- Otro tipo de asociaciones pesqueras de la Confederación Nacional Campesina (CNC), grupos de Solidaridad y Pescadores libres. Estos grupos normalmente trabajan bajo acuerdos con los industriales y no cuentan con infraestructura ni embarcaciones.

MANEJO

Medidas administrativas

Para la explotación comercial de este recurso los pescadores mexicanos deben de contar con un permiso oficial expedido por la secretaría del ramo (Secretaría de Agricultura, Gananería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA). Entre algunas medidas descritas en el permiso de pesca está la prohibición de pescar y comercializar peces menores a los 30 cm. de longitud total, que se consideran que no han alcanzado su talla de primera madurez. Además de esta restricción, a la flota cubana se le solicita que todas sus actividades pesqueras y de comercialización del producto de la pesca deberán estar apegadas al Acuerdo bilateral de Pesca México-Cuba, firmado desde 1976, y ratificado anualmente.

Existen otros organismos que intervienen en la administración del recurso de manera indirecta. Por ejemplo, en 2001 se formó el Consejo Estatal de Pesca del Gobierno del Estado de Yucatán. En este organismo estatal bajo un marco plural, donde se involucran a todos los actores de la pesca, se toman acuerdos que transmiten a la autoridad competente para el manejo de las pesquerías. En el seno de este organismo se analizó la necesidad de implantar una veda para la protección del recurso mero. Así, en 2003 se implementó una veda temporal, para la captura de mero y especies afines, del 15 de febrero al 15 de marzo y en 2004 del 15 de enero al 15 de febrero, las cuales fueron fundamentadas, en el periodo de desove de la especie principal y en el periodo de agregación reproductivo, respectivamente. Es importante, sin embargo, destacar que para la veda de 2004, a pesar de la opinión del INP, el Consejo Estatal de Pesca acordó, considerando aspectos sociales y económicos, que la veda se implantara del 15 de enero al 15 de febrero y que se realizaran dos cruceros de investigación para corroborar la fecha más adecuada. Para 2005 se definió, conforme a la mejor evidencia científica, que la veda se implantara del 15 de febrero al 15 de marzo.

Análisis cuantitativo

Modelo

Para evaluar el estado actual de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) y simular algunas estrategias de manejo, se ha utilizado en los últimos años un modelo matemático no-lineal, estructurado por edades y discreto, con ecuaciones de diferencia y retraso en el tiempo (Hilborn y Walters, 1992). La implementación del mismo y los insumos necesarios se describen con mayor detalle en Moreno *et al.*, 1998; Monroy *et al.*, 2001 y Burgos, *et al.* (2003).

Los procesos más relevantes son:

Insumos de los modelos: Edad y Crecimiento: Se utilizaron los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por Rodríguez (1994) con base en lectura de estructuras duras. Los valores fueron $L_{\infty} = 82.7$ cm, $k = 0.21$ 1/año, $t_0 = -0.07$ 1/año y un valor de $\phi = 3.16$.

Relación Peso-Longitud: Los coeficientes de la relación fueron:

$$a = 0.000013$$

$$b = 3.0546.$$

Vulnerabilidad: Se estimó a partir de la presencia de los organismos por clase de edad y de la curva de selectividad (flota artesanal), a partir de la curva de selectividad (flota cubana) y como variable de estado simulada como una función de densidad probabilística (flota mayor):

$$v_a = \frac{\exp - (a - a_{full})}{2\delta^2}$$

Donde:

δ^2 = desviación estándar de v_a

a_{full} = edad a la que se vuelven completamente vulnerables al arte de pesca

Proporción de sexos: Con información de 7,322 organismos observados en cruceros de investigación (México-Cuba), de los cuales 6,403 fueron hembras, 750 machos y 169 individuos en transición.

Madurez Sexual: Se determinó el sexo y el estadio de madurez sexual, por apreciación visual de la gónada. Para ello, se utilizó la escala de madurez sexual propuesta por Contreras *et al.*, (1987). Todas las hembras capturadas (6,400) fueron agrupadas en 15 clases de edad y se estimó su porcentaje de madurez. Con estos se generó un vector de madurez por grupo de edad.

Reclutamiento: Los parámetros de la relación parentela-progenie de Beverton y Holt (1957) fueron obtenidos mediante análisis de población virtual (APV) de la población de 1972 a 2003.

Estructura por tallas de la población: La estructura poblacional de *E. morio* fue estimada a partir de distribuciones de frecuencia de longitud (DFL) de las capturas comerciales de las tres flotas. Se construyeron intervalos de talla de 2 cm a efectos de reagrupar la información original de las DFL.

Captura total: La captura total anual de mero (SAGARPA) se le aplicó un factor de corrección, de acuerdo con Moreno *et al.*, (1996), para determinar la captura real de *E. morio*.

Mortalidad: Se calculó el coeficiente instantáneo de mortalidad total anual (Z) mediante la construcción de curvas de captura longitud-convertidas (Pauly *et al.*, 1995), a partir de las DFL anuales.

Aplicación del modelo

Modelo de estructura por edades. Se implementó en hoja de cálculo Excel®. El desarrollo fue el siguiente:

El número de individuos de las diferentes cohortes de la población:

$$N_{a+1,t+1} = S(1 - v_a \mu_t) N_{a,t}$$

Donde:

- $N_{a+1,t+1}$ = número de peces de la edad $a+1$ en el tiempo $t+1$
- a = edad en años
- $N_{a,t}$ = número de peces de la edad a en el tiempo t
- μ_t = tasa de explotación en el tiempo t
- v_a = proporción de animales por clase de edad vulnerables al arte de pesca
- S = tasa de sobrevivencia

Para la edad máxima (N_n):

$$N_n = N_{n-1,t} \frac{(1 - \mu v_n) S_n}{[1 - (1 - \mu v_n) S_n]}$$

La tasa de explotación en el tiempo por tipo de flota (μ_t, m):

$$Fr(t) = \frac{C_{obs}(t)}{B(t)}$$

Donde:

- $C_{obs}(t)$ = captura observada a través del tiempo (por tipo de flota)
- $B(t)$ = biomasa estimada en el tiempo t

La biomasa para cada clase de edad (B_a):

$$B_a = N_a W_a v_a$$

La biomasa total vulnerable al arte de pesca:

$$B_{Total} = \sum_a^n N_a W_a v_a$$

Dónde:

- W_a = peso promedio por clase de edad
- v_a = vulnerabilidad al arte de pesca por tipo de flota

De donde la captura por clase de edad (por tipo de flota):

$$C_{Total} = \sum_a^n N_a W_a v_a \mu$$

El stock desovante y los reclutas fueron estimados de una función parentela-progenie (Beverton-Holt):

$$R_{t+1} = \frac{a * S_t}{b + S_t}$$

Dónde:

R_{t+1} = número de reclutas en el tiempo $t + 1$
 a y b = parámetros de la relación Parentela-progenie
 S = población desovante =

$$\sum_a^n N_a fec_a$$

fec_a = fecundidad por clase de edad = $W_a * \% fem * \% mad$
 W_a = peso por clase de edad
 $\% fem$ = proporción de hembras por clase de edad
 $\% mad$ = porcentaje de madurez por clase de edad

Las condiciones iniciales (año de 1958) fueron determinadas mediante el reclutamiento máximo, la población en equilibrio y la tasa de explotación cero. Para introducir la variabilidad dentro del modelo se consideró el error de proceso en la relación parentela-progenie, la cual permite que la estimación del reclutamiento no sea solo afectada por el stock desovante sino además, por condiciones ambientales. El error asociado fue considerado normalmente distribuido ($W_p, N, 0, \delta^2$). De este modo, la relación parentela-progenie fue modificada de la siguiente forma:

$$R_{t+1} = \frac{a * S_t}{b + S_t} \exp(w)$$

Dónde:

$\exp(w)$ = variabilidad del reclutamiento en el tiempo t (error de proceso)

Las variables de estado dentro del modelo fueron: la vulnerabilidad por tipo de flota, el peso promedio por clase de edad, la proporción de hembras-machos, la madurez sexual y la fecundidad. Las variables de cambio fueron: el número de peces por clase de edad, la captura por flota del stock desovante, el número de reclutas y la tasa de explotación.

Para el ajuste del modelo se utilizó una función objetivo de suma de cuadrados (SSQ) bajo el criterio de minimizar la diferencia entre la estructura de la captura observada y la estimada por el modelo, entre los años 1972 a 2003. Se añadieron tres fuentes de información adicional (Deriso *et al.*, 1985):

Captura por unidad de esfuerzo de la flota industrial mexicana

Captura por unidad de esfuerzo de la flota cubana

Índice de la abundancia (IA) relativa generada por cruceros de investigación

La función objetivo fue la siguiente:

$$SSQ_{Total} = ssq_{captura} + \lambda_{survey} ssq_{survey} + \lambda_{cpu,lend} ssq_{cpu,lend} + \lambda_{cp,eub} ssq_{cp,eub} + w ssq$$

Donde:

SSQ_{Total} = Adición parcial de la suma de cuadrados de la información auxiliar (ssq)
 λ = Peso aplicado a cada serie de datos de esta información.

Se ajustó el modelo hasta el año 2003. A partir de este año se hicieron simulaciones, analizando el comportamiento de la biomasa del stock ante diferentes escenarios de manejo. Los escenarios contemplan la participación de las tres flotas. Se consideró un intervalo de tiempo de simulación de 15 años.

Los escenarios fueron:

Cuota de captura de 7,965 t.
(F. Ind. 4,760 t, F. Art. 1,122 t y F. Cub. 109 t)

Cuota de captura de 6,150 t.
(F. Ind. 4,000 t, F. Art. 2,000 t y F. Cub. 150 t)

Cuota de captura de 5,700 t.
(F. Ind. 3,800 t, F. Art. 1,800 t y F. Cub. 100 t)

Impacto de las flotas sobre la población: Se utilizó la cuota de captura de 7,965 t. (2003), eliminando cada una de las flotas con reemplazos consecutivos de la forma siguiente:

F. Ind. 0 %	F. Cub. 1.8 %	F. Art. 18.7 %
F. Ind. 79.5 %	F. Cub. 0 %	F. Art. 18.7 %
F. Ind. 79.5 %	F. Cub. 1.8 %	F. Art. 0 %

Puntos de Referencia: Los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) para la pesquería de mero se establecieron contrastando la biomasa actual y futura del stock, con la biomasa inicial. Los Puntos Biológicos de Referencia Objetivo (PRO) y Límite (PRL) se establecieron de acuerdo con los criterios de Caddy y Mahon (1995) y Seijo y Caddy (2000) de la forma siguiente:

$$PRO = 50 \% \text{ de la } B_{1958}$$

$$PRL = 30 \% \text{ de la } B_{1958}$$

La biomasa del stock debe permanecer por arriba de un límite que le permita renovar la población.

Estado actual de la pesquería de mero

La biomasa virgen o biomasa al inicio de la pesquería se estimó en 248,548 t. En el año de 1976 se alcanzó el punto de referencia objetivo de 124,478 t. Sin embargo, desde 1982 se rebasó el punto de referencia límite de 78,945 t, lo que significó que desde ese año el recurso ha sido sobreexplotado (Fig. 3).

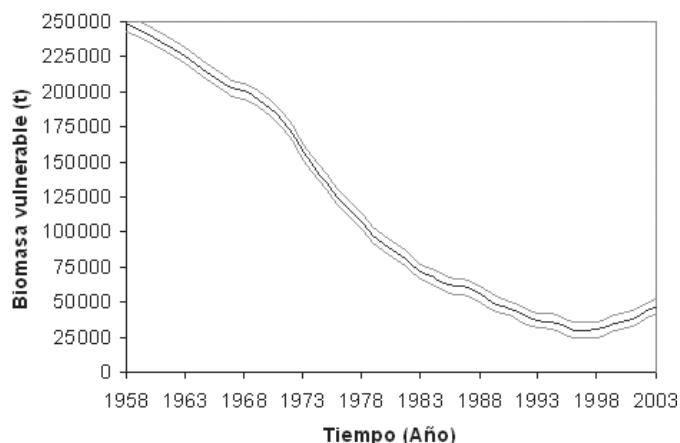


Figura. 3. **Tendencia de la biomasa vulnerable de *E. morio*, estimada por el modelo de estructura por edades, desde el inicio de la pesquería Industrial.**

Para el año de 2003, la biomasa se encuentra en un nivel de 46,487 t lo que representa un 18.7 % de la biomasa virgen. Esto sitúa la pesquería en un nivel crítico y cercano al colapso.

El nivel de biomasa demuestra que el mero está sobreexplotado, lo cual concuerda con la tendencia histórica de captura que mostró un decremento importante en el período analizado (Burgos *et al.*, 2003; Burgos y Defeo, 2000). Hernández *et al.* (1999) también consideran que el recurso está sobreexplotado, y lo atribuyen a sobrepesca en el crecimiento ocasionada por la expansión de la flota artesanal. Arreguín-Sánchez *et al.* (1990) consideran que factores ambientales o bien acciones antropogénicas, como los derrames continuos de hidrocarburos en el Banco de Campeche (causando una falla anual de reclutamiento, como en el caso del derrame del pozo Ixtoc I; o los efectos sobre el habitat causados por eventos catastróficos como los huracanes, o cambios en el régimen de temperaturas) son explicaciones alternativas de la declinación del stock.

PERSPECTIVAS:

Estrategias de manejo

Se establecieron puntos de referencia de tipo biológico consistentes en contrastar la biomasa actual y futura del stock con la biomasa inicial. Según lo sugieren Caddy y Mahon (1995) la biomasa del stock debe permanecer por arriba de un límite que le permita renovar la población.

Se estableció un Punto de Referencia Objetivo (PRO) de 124,478 t que representa aproximadamente el 50 % de la biomasa virgen (Caddy y Mahon, 1995). Este es el nivel en el que es deseable mantener la biomasa para tener una población sana.

El Punto de Referencia Límite (PRL) se estableció como el 30% de la biomasa inicial (Caddy y Mahon, 1995). Por lo tanto la biomasa actual debería ser, por lo menos, superior a las 78,000 t. Las 46,487 t actuales están por debajo de este PRL, lo que implica la necesidad urgente de implementar medidas de manejo que permitan recuperar la biomasa al PRL y posteriormente al PRO.

Se simularon tres alternativas de manejo con tres cuotas de captura.

La primera como un promedio de la captura obtenida en los últimos 5 años por cada flota (7,965 t). La segunda cuota fue de 6,150 t. La tercera cuota fue de 5,700 t (Fig. 4.).

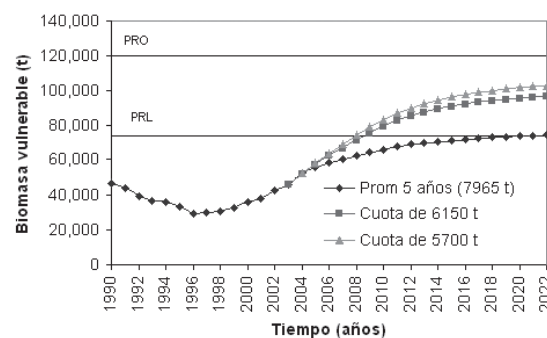


Figura. 4. **Comportamiento simulado de la biomasa al aplicar las cuotas de manejo. La primera es un promedio de las capturas de los últimos cinco años.**

Los resultados se describen en los siguientes párrafos.

El análisis de riesgo con una cuota de captura de 7,965 t, indica que no existe probabilidad de que la biomasa se recupere, por arriba del PRL, ni en el largo plazo. Existe la probabilidad de recuperar biomasa en forma natural, ya que el comportamiento del recurso sugiere una ligera recuperación, tal vez debida a mecanismos compensatorios del mismo. Sin embargo mientras no se demuestre este punto se recomienda no incrementar el esfuerzo pesquero.

Con las cuota de captura de 6,150 t y 5,700 t la biomasa se recupera por arriba del PRL en los años 2009 y 2008, respectivamente. Con ambas cuotas se recuperaría la biomasa por arriba de las 100,000 t en el largo plazo (año 2018). El PRO no se alcanza ni en el largo plazo.

El impacto de cada flota sobre la biomasa del recurso se puede observar en la Fig. 5.

La flota que más afecta al recurso es la artesanal o costera, ya que si se excluyera esta flota, la biomasa se recuperaría por arriba del PRO en el largo plazo (año 2018). El PRL se alcanzaría en el corto plazo (año 2007).

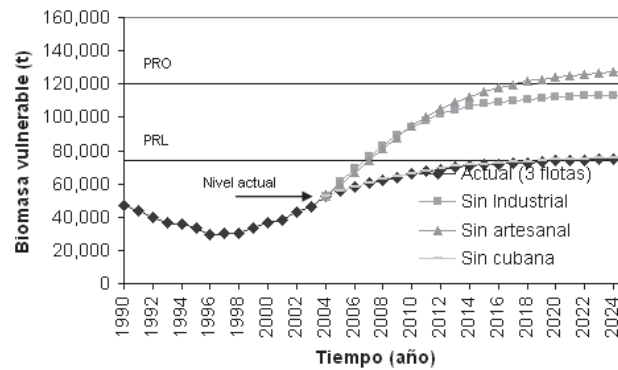


Figura. 5. **Impacto de las flotas sobre la biomasa de E. morio. Respuestas de la biomasa del recurso al excluir secuencialmente cada flota.**

La flota industrial de México también tiene un impacto importante sobre la biomasa. La exclusión de esta flota no permite alcanzar el PRO ni en el largo plazo; sin embargo, permitiría alcanzar un nivel importante de biomasa superior a las 110,000 t en el año 2018. El PRL se alcanzaría en el corto plazo (año 2007).

La flota cubana es la que impacta en menor grado al recurso. Su exclusión no tiene una diferencia significativa en el comportamiento de la biomasa del recurso.

Implicaciones en el manejo

El marco legal en el que se desarrolla esta actividad es el siguiente:

El principal instrumento es “La Ley de Pesca y su Reglamento”, derivados del Artículo 27 Constitucional. De esta Ley de Pesca emana la Carta Nacional de Pesca, que en términos generales describe que “La pesquería de mero es de libre acceso” y hace la recomendación de “una talla mínima de primera captura de 30 cm. de longitud total (aproximadamente 450 gr de peso)”.

La Ley de protección al ambiente del Estado de Yucatán establece que “Los artes y métodos de pesca utilizados deberán garantizar que no representan un riesgo para el recurso o el medio ambiente”

Como producto del Consejo Estatal de Pesca del Gobierno del Estado de Yucatán, se estableció una Veda temporal, del 15 de febrero al 15 de marzo de 2003 y del 15 de enero al 15 de febrero de 2004 para los Estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Es importante que la veda se establezca en forma permanente del 15 de febrero a 31 de marzo de cada año, para evitar la pesca sobre las agregaciones de reproductores. Caddy y Mahon (1995) indican que una gran mayoría de pescadores y administradores están de acuerdo en que es un riesgo inaceptable el mantener pesquerías sin control sobre las agregaciones de meros, ya que esto conduciría a su colapso. No es necesario tener un conocimiento exacto del tamaño del stock para suponer el peligro al que está expuesto el recurso al dirigir su esfuerzo hacia estas áreas.

El plantear cuotas de captura como medida de regulación, puede presentar algunos problemas, ya que se entabla una competencia sobre el recurso. Para evitar la competencia

desleal se deben asignar claramente las cuotas individuales. Actualmente ya existe una competencia entre los permisionarios para obtener la mayor parte de la captura, por lo que es urgente que se regule la actividad antes de que el recurso colapse. Por otra parte, sin vigilancia adecuada, no se puede aplicar ninguna medida de manejo.

Actualmente en el estado de Yucatán se esperan tiempos difíciles para la actividad pesquera, por lo que se debe reducir el esfuerzo de pesca, para que baje la mortalidad por pesca, y se incremente la biomasa del recurso. En los últimos años los programas gubernamentales, y la pesquería de pulpo, han subsidiado la pesca en general en todo el Estado.

Es importante que se establezcan restricciones de captura en los hábitat críticos de la especie (reproducción, reclutamiento, etc.) con la implementación de Áreas Restringidas a la Pesca de mero.

Como conclusiones se puede mencionar lo siguiente (Hernández *et al.*, 1999; Burgos y De-feo, 2000; Burgos *et al.*, 2003):

- Esta pesquería se encuentra sobreexplotada y en peligro de colapso.
- Hay sobrecapitalización de las flotas mexicanas
- La flota cubana está saliendo de la pesquería por problemas económicos.
- Con la aplicación de cuotas de captura anuales se presenta la probabilidad de recuperar el recurso al nivel del PRL en el corto plazo.
- La recuperación del recurso al nivel del PRO no se logra, ni en el largo plazo, al aplicar las cuotas.
- El recurso se recupera al nivel del PRO en el largo plazo (2018), solamente excluyendo alguna de las flotas mexicanas.
- El deterioro de la pesquería tiene su origen en dos puntos del ciclo de vida: la sobrepesca de crecimiento y el esfuerzo de pesca dirigido a las agregaciones de reproductores.
- Ninguna medida de manejo, por si misma, puede ayudar en la recuperación de la biomasa capturable del stock a un nivel sano, por lo que se deben aplicar medidas complementarias.
- Es necesario que se implemente el Plan de Manejo del recurso propuesto por el Instituto Nacional de la Pesca en 2003, con la participación de todos los actores de la actividad.

Campos de colaboracion

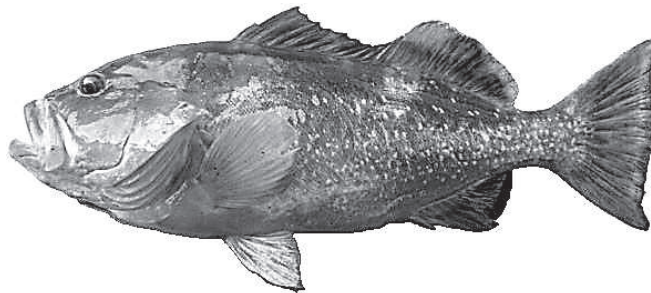
El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional ha colaborado con el Instituto Nacional de la Pesca realizando estudios sobre la biología básica de mero y especies afines, con lo que genera información necesaria (como insumo) en los modelos de dinámica poblacional.

El Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén, a través del Comité de Pesca del Gobierno del Estado de Yucatán, ha promovido la realización de cruceros de investigación, durante el periodo de veda de mero, los cuales se han realizado desde 2002 a la fecha.

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F., M. Contreras, V. Moreno, M. Cabrera, y R. Burgos. 1990. Dinámica de la población y evaluación de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la plataforma continental de Yucatán. *Inf. Téc. Invest. CINVESTAV, IPN – CRIPY, INP*, 62 p.
- Beverton, R. J. H., and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (Ser. 2) 19: 533 p.
- Burgos, R. y O. Defeo. 2000. Un marco de manejo precautorio para la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) del banco de Campeche, México. *Oceánides*: 15(2): 129-140
- Burgos, R., V. Moreno y E. Giménez. 2003. Informe de Investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche 2003. Convenio Internacional de Pesca México- Cuba. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, pesca y alimentación (México) y Ministerio de la Industria Pesquera (Cuba). Informe Internacional Interno. 25 p.
- Caddy, J. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fish. Tech. Pap.* 347. FAO, Roma.
- CONAPESCA. 2001. *Anuario Estadístico de Pesca 2001*. SAGARPA, México.
- Contreras, M., R. Reyes, M. Sáenz, F. Mendoza, C. Zetina, S. Nieto y J. P. García, 1987. Informe de cruceo de Investigación al Banco de Campeche, LAM 87-05, del 20 de octubre al 4 de noviembre de 1987. Doc. Int. Conv. de pesca México-Cuba. Sec. de Pesca y Min. de la Ind. Pesquera.
- Deriso, R. B., T. J. Quinn II y P. R. Neal. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 815-824.
- Giménez E., V. Moreno, R. Burgos, S. Chioldes. 2003. Reproducción y fecundidad de la cherna americana (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche, México. *Oceánides* 18:(1): 13-21.
- Hernández, A., C. Monroy, V. Moreno, E. Giménez. 1999. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Val., 1828) en el Banco de Campeche 1997-1998. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEMARNAP-México, CIP-Cuba (inédito).
- Hilborn, R. y C. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, New York.
- Moe, M. 1969. Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes) from the Eastern Gulf of Mexico, Florida. *Bd. Conserv. Mar. Lab. Prof. Pap. Ser.* 10: 1-95.
- Monroy, G., C.; V. Moreno Castrejon, A. Hernandez Flores y M. Garduño Andrade. Mero: 587- 614. En Instituto Nacional de la Pesca (Editor). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y alimentación. 1111 p.
- Moreno, V., F. Arreguín-Sánchez, M. Contreras y R. Burgos. 1991. Analysis of usage patterns in shared stocks: the red grouper fishery from the continental shelf of Yucatan, Mexico. In: *Proc. 44th Ann. Sess. Gulf and Caribb. Fish. Inst.*

- Moreno, V., R. Burgos, M. Contreras, J. Mena. 1996. Composición por especies de la captura comercial de mero en Yucatán durante 1995. II Simp. en Biol. y Ocean. Pesq. en Méx. CICIMAR, IPN. La Paz, BCS, México, 8 pp.
- Moreno, V., A. Hernández, M. Contreras, R. Burgos y F. Márquez. 1998. Mero: 488-520. En Instituto Nacional de la Pesca (Editor). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 696 p.
- Pauly, D., J. Moreau, y N. Abad. 1995. Comparison of age-structured and length-converted catch curves of brown trout *Salmo trutta* in two French rivers. *Fish. Res.*, 22: 197-204.
- Rodríguez, H. 1994. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes), mediante la lectura de otolitos y cuatro métodos basados en frecuencias de longitudes. Tesis de Maestría en Biología Marina. Min. De Educ. Sup. Univ de la Habana. Centro de Investigaciones Marinas. Cuba.
- Seijo, J. C. y J. Caddy. 2000. Uncertainty in bio-economic reference points and indicators of marine fisheries. *Mar. Fresh. Res.* 51: 477- 483.
- Valdés, E., G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5 (2): 38-55.



Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca
 Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca Instituto Nacional de la Pesca



Pulpo

La pesquería del Pulpo
 La pesquería del Pulpo
 La pesquería del Pulpo
 La pesquería del Pulpo
 La pesquería del Pulpo
 La pesquería del Pulpo

Pulpo
 Pulpo
 Pulpo
 Pulpo
 Pulpo
 Pulpo

Pulpo

BREVIARIO

Pulpo	
Especie:	Pulpo rojo (<i>Octopus maya</i>) y pulpo común o patón (<i>O. vulgaris</i>). O. maya aporta el mayor volumen de captura con el 80% en el 2002 La dinámica de la población depende de una clara relación stock-reclutamiento. Reclutamiento todo el año con un máximo en diciembre-enero. A finales de cada año, en los meses de noviembre y diciembre, el esfuerzo pesquero se desvía hacia la captura de otras especies principalmente de escama como el mero en Yucatán y la sierra en Campeche
Tendencia de la captura:	Captura en 2002: 16,693 t: 56% con respecto al máximo histórico (1996).
Tipo de modelo para la evaluación y el manejo:	Método de la Distancia para la estimación de la biomasa poblacional Método de área barrida para la estimación de la biomasa susceptible a la pesca Modelo Dinámico de Biomasa para la estimación de la cuota de captura.
Estado de la Pesquería:	Aprovechada al nivel de rendimiento máximo sostenible.
Medidas de manejo:	Control del esfuerzo pesquero por número de permisos, talla mínima de captura, veda temporal y cuota de captura (NOM-008-PESC-1993).
Objetivo de las medidas:	Maximizar el nivel de captura sostenible entre 11,000 y 13,500 t anuales; proteger el reclutamiento; la talla de primera madurez y el periodo de reproducción



La Pesquería de Pulpo

Manuel Pérez-Pérez¹
Armando Wakida Kusunoki²
Rafael Solana-Sansores³
Rogelio Burgos Rosas¹
Josefina Santos⁴

Instituto Nacional de la Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén
Domicilio conocido, Carretera a Chelem Puerto de Abrigo
C.P. 97320, Yucalpetén, Yucatán

²Centro Regional de Investigación Pesquera de Ciudad del Carmen
Héroes del 21 de Abril s/n, esquina Calle 26, Playa Norte,
C.P. 24100, Ciudad del Carmen, Campeche

³Dirección General de Investigación Pesquera del Atlántico
Ejército Mexicano 106, Colonia Ex Hacienda Ylang Ylang
C.P. 94298, Boca del Río, Veracruz

⁴Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma
Kilómetro 5, Carretera Campeche Lerma
C.P. 24500, Campeche, Campeche

LA PESQUERÍA

Importancia

En el ámbito nacional el pulpo ocupa el octavo lugar en cuanto a captura, en tanto que en el litoral del Golfo de México y Caribe es la cuarta pesquería más importante, superada únicamente por el camarón, la mojarra y el ostión. La pesquería se dirige principalmente a dos especies: *Octopus maya*, llamado pulpo rojo y el pulpo patón o común (*Octopus vulgaris*). El 95% de la producción nacional proviene de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y una mínima proporción de Veracruz (SAGARPA, CONAPESCA, 2002).

El aprovechamiento del pulpo en México tiene su origen en aguas adyacentes al puerto de Campeche, Camp., donde en 1949 se registró una captura de 50 t. En los años sesenta se extendió la captura a los puertos de Seybaplaya y Champotón, y se elevó la captura hasta alcanzar 1,321 t en 1965. En 1970, a consecuencia del decremento de la pesca en Campeche, los pescadores incursionan en aguas de Celestún, Yuc.; integrándose Yucatán a la pesquería con una captura de 304 t, iniciando la explotación formal de la especie (Solís-Ramírez, 1967; 1975; 1988).

De 1949 a 2003, la captura de pulpo *O. maya* en Campeche se realizó sólo con embarcaciones de la flota costera o artesanal. En Yucatán, en cambio, a partir de 1982, las embarcaciones de flota industrial dedicadas tradicionalmente a la captura de especies de escama, como el mero y el huachinango, se sumaron a la pesca de pulpo rojo (*O. maya*) incorporando una segunda especie, el pulpo común (*O. vulgaris*).

La participación de las flotas artesanal e industrial de Yucatán, la incorporación del pulpo patón en la captura y la alta demanda de pulpo en los mercados internacionales como el de Japón y España, hizo crecer los registros de aprovechamiento del recurso hasta alcanzar una captura record de 25,280 t en 1996. A partir de ese año la captura de las dos especies ha superado las 15,000 t, pero nunca se ha vuelto a alcanzar esa captura.

BIOLOGÍA

El pulpo rojo (*O. maya*) es una especie endémica, bentónica, que habita en aguas someras de la plataforma continental de Yucatán, a una profundidad máxima de 32 brazas, en praderas de *Thalassia testudinum*, en conchas vacías de moluscos gasterópodos (*Strombus gigas*, *S. costatus* y *Pleuroploca gigantea*) y cuevas existentes en la loza cársica del fondo, o entre rocas coralinas distribuidas en manchones. Su distribución espacial abarca desde las aguas adyacentes a Isla del Carmen en Campeche hasta Isla Mujeres, Quintana Roo (Solís-Ramírez, 1994; 1997; Van Heukelem, 1977).

Los huevos de *O. maya*, cuando están maduros son grandes (17 mm), piriformes y de color ámbar. Su fecundidad fluctúa entre los 1,500 y 2,000 huevos por hembra. Las crías al eclosionar poseen todas las características anatómicas y conductuales propias de un pulpo adulto. Se ha observado que la temporada de desove es durante los meses de noviembre y diciembre. La incubación dura cerca de dos meses y en el transcurso de este periodo la hembra cuida y mantiene limpios los huevos, no se alimenta ni sale de su cueva, por lo que generalmente muere (Fuentes et al., 1965; Voss y Solís-Ramírez, 1966; Solís-Ramírez, 1967; Seijo et al., 1987, Solís-Ramírez et. al 1997). Arreguín-Sánchez (1992a), utilizando métodos indirectos, muestra que el pulpo rojo tiene una longevidad de 18 meses. Asimismo, Van Heukelem (1976, 1977) observó que en condiciones de cautiverio esta especie tiene una longevidad de un año. El reclutamiento pesquero ocurre entre los seis y siete meses de edad.

Octopus vulgaris es una especie cosmopolita, ampliamente distribuida en mares tropicales y subtropicales del mundo. Puede encontrarse desde la superficie del mar hasta una profundidad de 150 m. Vive en aguas que presentan temperaturas entre los 6° y 33°C, siendo más común entre los 10° y 30° C. En el Golfo de México constituye pesquerías costeras de la península de Yucatán y las zonas arrecifales de los puertos de Veracruz y Tuxpan, Veracruz. Su longevidad es de 12 a 24 meses. La fecundidad oscila entre 100,000 y 500,000 huevos, los cuales son planctónicos. El desarrollo embrionario es indirecto, pasando por una fase larvaria también planctónica en un período que va de cinco a doce semanas antes de adoptar la vida bentónica (Solís-Ramírez, 1988; 1991; Van Heukelem, 1976).

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones, equipos y artes de pesca

Como se comentó anteriormente, el pulpo es capturado por dos tipos de flotas pesqueras: la flota menor y la flota industrial. La primera, es la más numerosa, se distribuye en todo el litoral de Campeche, Yucatán y las costas norte de Quintana Roo. La flota de los arrecifes veracruzanos también se puede considerar dentro de ésta categoría. Por su parte la flota industrial solamente se encuentra en los puertos principales de Yucatán.

Las embarcaciones de la denominada flota menor o artesanal miden entre 5.5 y 9.0 m de eslora y llevan a bordo entre uno y dos “alijos” o pangas de 3.0 m de eslora. La capacidad máxima de almacenaje de la flota menor es de 0.5 t y pueden llevar a bordo hasta cuatro pescadores. Los viajes tienen una duración de un día, con excepción de algunas embarcaciones de 9.0 m de eslora, cuya autonomía puede ser hasta de tres días. La flota industrial tiene una autonomía de 15 días. Actualmente la flota menor opera a lo largo del litoral de la península de Yucatán, en 27 comunidades pesqueras concentrándose las descargas en 19 puertos de los cuales destaca Progreso como la base de operación y de descarga ya que el grueso de la flota industrial se encuentra en su jurisdicción.

Por su parte las embarcaciones de la flota industrial tienen eslora que varía entre los 12.0 y 22.0 m y actúan como nodrizas llevando a bordo entre siete y nueve alijos. Su capacidad de almacenaje es de 5.0 a 15.0 t. Viajan entre 10 y 12 personas, tres tripulantes y un pescador por cada alijo. Los viajes de pesca por lo general son entre 11 y 14 días. Además de servir como nodrizas, estas embarcaciones, por tener una mayor capacidad de navegación, pueden llegar a mayores profundidades.

La pesca de pulpo se realiza exclusivamente durante el día, utilizando el método campechano o “al garete”. Este consiste en dejar la embarcación a la deriva, arrastrando líneas de monofilamento o cordeles donde va la carnada (jaiba, *Callinectes* spp.; cangrejo moro, *Menippe mercenaria*, o cangrejo araña, *Libinia dubia*) atada al extremo libre de la línea. El otro extremo, no sumergido, se ata a uno de los costados de la embarcación y a dos “jimbas” (pértigas de bambú), parte de las cuales se fija a la embarcación y parte pende a proa y popa. Los alijos emplean jimbas de dos a tres metros y de seis a siete líneas, en tanto que la embarcación usada como nodriza usa jimbas de cuatro a cinco metros y 16 líneas. (Arreguín-Sánchez et al., 1987, Solís-Ramírez 1962, 1967, 1991, 1994, Solís-Ramírez et al.1997).

En el caso de los alijos utilizados en las embarcaciones industriales que se dedican a la captura de *O. vulgaris*, el arte de pesca y la operación es similar a la captura de *O. maya* con excepción del tipo de carnadas donde además de los crustáceos mencionados, utilizan especies de escama como el vulcay (*Diplectrum* sp) y el chac chi (*Haemulon plumieri*). En el caso de *O. vulgaris*, con el fin de asegurar la captura del molusco, el arte de pesca lleva al final de la línea un anzuelo para asegurar la captura dado que la pesca es en aguas más profundas y el pulpo podría escapar al ser levantado el cordel.

Para el año 2003, la flota que cuenta con permiso de pesca de pulpo en Yucatán está compuesta por 3,502 embarcaciones de las cuales 3,111 corresponden a la flota menor

(5,006 alijos y 17,038 jimbas); y 391 a la flota industrial. En Campeche se encuentran registradas 1,606 embarcaciones, de las cuales, 1,590 son menores y 16 industriales (1,248 alijos y 6,203 jimbas). En Quintana Roo, operan 343 embarcaciones menores.

Tendencia histórica.

A nivel nacional, la tendencia de la pesquería de pulpo durante los últimos cuatro años es decreciente. En el año 2000 se capturaron 23,346 toneladas; para el 2001 fueron 21,433 toneladas y en 2002 la captura fue de 16,693 toneladas. Esto puede deberse a diversos factores que no necesariamente están relacionados directamente con la explotación de las poblaciones de pulpo, ya que se ha observado que las existencias de biomasa de pulpos al inicio de las temporadas de 2001 a 2004 son semejantes (Wakida et al., 2001, 2003a, 2003b; Pérez et al., 2004.).

En Yucatán la captura presentó una tendencia hacia el incremento sostenido hasta el año 1996, cuando se alcanzó una captura récord de 25,266 t, de las dos especies. De 1997 al 2000, las captura se mantuvieron entre las 14 y 15 mil t y para el 2001 la tendencia cambió hacia la baja hasta alcanzar en el 2002 las 9,285 t. En contraste, Campeche presentó hasta 1998 una captura sostenida que fluctuó alrededor de las 2,000 t (Fig. 1), presentándose un aumento sostenido a partir de 1999 iniciando con 4,232 t para finalmente alcanzar en el 2002 las 5,678 t. Ya para 2003 la captura fue semejante para los dos estados. Por otra parte, en Quintana Roo aumentaron las capturas de 131 t en 1990 a 249 t en 1997; a partir de 1999 hasta al 2002, la tendencia es hacia la baja. Por último, las capturas en el estado de Veracruz han fluctuado entre 40 y 175 t de pulpo patón (Fig. 1).

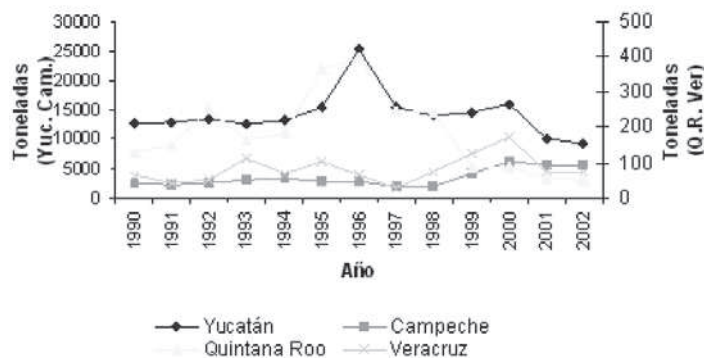


Figura 1. **Tendencia de la captura de pulpo en Yucatán, Campeche, Veracruz y Quintana Roo.**

En la península de Yucatán, en su zona costera, predomina el pulpo rojo (*O. maya*), el cual se captura desde agosto hasta noviembre, a profundidades entre las 0 y 15 brazas, a bordo de embarcaciones menores. Por su parte, el pulpo patón (*O. vulgaris*) predomina en las capturas con cerca del 60% de desembarco a partir de noviembre y diciembre, principalmente en la zona norte de la península. La captura se lleva a cabo esencialmente por la flota industrial del estado de Yucatán, la cual se realiza entre las 10 y 30 brazas de profundidad.

La base de operaciones de la flota menor de la pesquería de pulpo se extiende prácticamente a todo el litoral de Campeche y Yucatán, desde Isla Aguada hasta Isla Arenas, en Campeche y desde Celestún hasta El Cuyo, en Yucatán. En el estado de Quintana Roo ésta se restringe a su costa norte (Isla Mujeres, Cancún y Holbox).

Parece ser que, de acuerdo a los estudios sobre los patrones de abundancia de pulpo rojo, las mayores concentraciones de la especie se localizan en las costas campechanas y yucatecas, con amplias variaciones anuales, mientras que existe menor recurso en Quintana Roo (Wakida et al., 2001, 2003a, 2003b; Pérez et al. 2004). En este último estado, desde 1980, se han registrado capturas de pulpo en sus costas nortañas, desde Isla Holbox hasta Isla Mujeres. Las operaciones de pesca se llevan a cabo a bordo de embarcaciones menores de 25 pies de eslora con motores fuera de borda de 60 HP; en un principio las operaciones de captura se llevaron a cabo por buceo libre o con compresora. Sin embargo, a partir de 1989 los pescadores de esa región introdujeron las jimbás, al igual que sus homólogos de Campeche y Yucatán, lo cual se reflejó en incrementos sustanciales en los volúmenes de captura. Desde ese entonces y hasta 1994, la captura promedio anual fue de 86 t. En 1995 se alcanzaron 314 t, y en 1996 se alcanzó un volumen récord de 342 t, aún cuando declinó en 1997 (213 t). De 1999 hasta la temporada de 2003 las capturas han disminuido registrándose valores promedio de 71 toneladas por año.

Los datos de esfuerzo pesquero nominal en Yucatán muestran una tendencia a disminuir las unidades pesqueras, mientras que Campeche muestra una tendencia al incremento, particularmente en los últimos cinco años (Fig. 2). Sin embargo en Campeche, el incremento en el registro de embarcaciones que se dedican a pescar pulpo, corresponde a la flota menor.

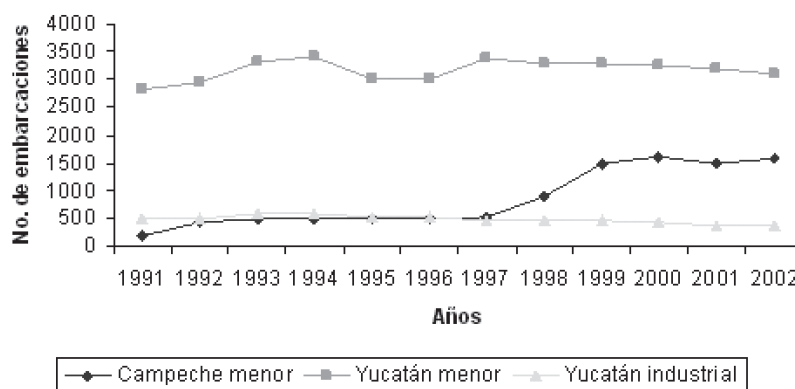


Figura 2. Evolución del esfuerzo pesquero en la pesquería de pulpo en la Península de Yucatán. Fuente: Subdelegaciones de pesca en Campeche y Yucatán.

Los rendimientos pesqueros varían estacionalmente, por año y por tipo de embarcación. Para el año 2003, en las embarcaciones industriales, se observa que al inicio de la temporada, durante el mes de agosto, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue cercana a los 4,400 kg/viaje, aumentando en septiembre a 5,500 kg/viaje. A partir de octubre la CPUE muestra una disminución, llegándose a una cifra promedio de 3,500 kg/viaje. Por último durante el mes de diciembre la CPUE fue de 2,580 kg/viaje.

Los rendimientos pesqueros difieren entre los estados de Campeche y Yucatán; esto puede deberse a diversos factores (Arreguín-Sánchez et al., 1987; Solís-Ramírez, 1988):

- Las embarcaciones campechanas en años anteriores a 1999 no empleaban alijos, aunque posterior a ese año hay una tendencia a usarlos.
- Campeche cuenta con una flota industrial de tan sólo 16 embarcaciones registradas
- La distribución espacial del recurso pesquero y su variabilidad

PESCA INCIDENTAL

El método de pesca de pulpo conocido como “gareteo” (Fig. 3) es prácticamente exclusivo para la captura de este recurso. Por lo anterior no existe una pesca incidental por el uso del arte de pesca denominado “Jimba” durante las operaciones de captura de pulpo.



Figura 3. **Método de pesca de pulpo en la Península de Yucatán conocido como “gareteo”** (tomado de Hernández et al. 2000) y definición del área barrida.

Se ha observado que los equipos de pesca con que salen las embarcaciones a la faenade captura de pulpo regularmente llevan otras artes de pesca, algunas de las cuales son prohibidas o no están registradas para la pesca de este molusco. Este es el caso de los equipos de buceo y el arpón. Cuando se utilizan estas artes de pesca, además de pescar pulpo (de manera no regulada), se capturan especies de escama.

Interacción con otras pesquerías

La pesquería del pulpo interactúa con la de la langosta del Caribe en la costa y con la del mero, tanto cerca de la costa como en profundidades que van de las 10 hasta las 20 brazas. En el primer caso, la temporada de captura de langosta coincide en su inicio con la de pulpo. En el segundo caso, las embarcaciones optan por el mero como especie objetivo cuando las tallas del pulpo son pequeñas, o bien si la disponibilidad del recurso no es redituable.

También es común que a fines de octubre, al escasear el recurso pulpo, los pescadores de la zona norte de Campeche desmonten sus jimbos y se dediquen a capturar peto o carito (*Scomberomorus cavalla*) y/o sierra (*S. maculatus*) con redes agalleras así como de otras especies de escama.

Otra pesquería que muestra una fuerte interacción con la del pulpo, es la de caracol mediante buceo en el estado de Campeche. Durante los primeros meses de la temporada de pulpo, también se observa una captura intensiva de diversas especies de caracol cerca de las costas. Esta pesquería se realiza por medio de buceo con equipo básico (aletas y visor) y por lo regular llevan también artes de pesca “prohibidas” para la pesca de pulpo, como son el arpón, ganchos, etc. De manera simultánea a la colecta de caracoles los pescadores accionan estas artes de pesca para capturar el pulpo que encuentran en cuevas y cavidades de rocas.

La práctica de pesca mediante artes no autorizados, además de dañar el producto, constituye un peligro para el recurso, especialmente para las hembras desovantes o en periodo de incubación. Asimismo, crea conflictos sociales y económicos con pescadores que si cumplen la normatividad y debido a que por lo general esta captura no se registra.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura pesquera

La región cuenta con puertos pesqueros ribereños y de altura, así como terminales pesqueras con los servicios básicos de apoyo, tales como estaciones de combustibles, fábricas de hielo, agua, etc. Yucatán cuenta con muelles con una longitud de atraque de 3,534 m (Solís-Ramírez, 1994) y alrededor de 25 plantas congeladoras, con una capacidad de congelamiento de aproximadamente 13,000 t. Las comunidades pesqueras existentes desde Sabancuy, Campeche hasta Holbox, Quintana Roo cuentan con centros de recepción para productos pesqueros en hielo y por tanto de almacenaje temporal.

La actual presentación del producto final es fresco-congelado, en forma de marquetas de cinco a quince libras de peso, las cuales se encuentran a una temperatura de -30° C. Esto facilita su transportación por vía marítima o aérea a los mercados europeos y asiáticos.

Para el mercado nacional se utiliza la presentación del producto fresco-enhielado, el cual es transportado en vehículos terrestres equipados con refrigeración.

Indicadores económicos

El precio en playa durante 1993-94 fluctuó entre \$7.00 y \$11.00 M.N. por kilogramo y en 1996, como resultado de la apertura del mercado exterior, el precio se incrementó hasta \$24.00 M.N. cuando las exportaciones se realizaron principalmente a Corea, Japón y España. Durante 2001 los precios sufrieron una caída, registrándose un valor mínimo en el mercado cercano a los \$16.00 M.N. Sin embargo, para 2002, los precios se incrementaron alcanzando un valor record de hasta cerca de \$70.00 M.N. Este incremento fue debido en parte al conflicto de España con países africanos que originó mayor demanda y permitió una mayor incursión en el mercado europeo. En la temporada de pesca 2003, debido a la creciente demanda, el precio de playa con respecto a 1992, aumentó en un 33%, observándose precios de playa entre \$30.00 y \$ 32.00 M.N. por kilogramo. Al inicio de la temporada 2004, se puso en práctica un bloqueo para la exportación de pulpo hacia los países europeos, debido a que las plantas no contaban con la certificación de salud correspondiente. No obstante, los precios por kilogramo de pulpo de Yucatán en el mercado nacional se mantuvieron por arriba de los \$40.00 M.N./kg.

MANEJO

Medidas administrativas

La pesca responsable del recurso pesquero pulpo, se efectúa en la Península de Yucatán, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-008-PESC-1993 (DOF, 1993), conforme a los siguientes términos:

- Se aplica a las especies de pulpo (*Octopus maya* y *O. vulgaris*).
- Se establece una talla mínima de 110 mm de longitud del manto para la captura de todas las especies de pulpo, en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe.
- La SAGARPA establecerá las cuotas de captura por especie y región para cada temporada de pesca, así como los límites permisibles de esfuerzo pesquero, de acuerdo a la mejor evidencia científica.
- La captura de pulpo podrá realizarse mediante la utilización de los equipos y métodos que autorice la SAGARPA, excepto el uso de ganchos, fisgas y arpones, los cuales no podrán ser utilizados en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.

Para el mejor manejo del esfuerzo pesquero del molusco, así como para proteger a estas especies durante la temporada de reproducción biológica y cuidado de crías, se toma como

base el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 3 de diciembre de 1994, en el cual se establece veda para la pesca de las especies de pulpo *Octopus maya* y *O. vulgaris* en las aguas de jurisdicción federal de los litorales de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roó, en el período comprendido del 16 de diciembre al 31 de julio de cada año.

En el sistema arrecifal veracruzano, debido a que es un Área Natural Protegida, el Plan de Manejo correspondiente debe contar con un sistema de medidas o reglas que regulen la pesca de pulpo dentro del arrecife. Estas medidas adicionales, deberán ser compatibles con la legislación pesquera vigente y además estar basada en los estudios de investigación pesquera que realice la autoridad correspondiente.

Antecedentes de estudio en la Península De Yucatán.

Los estudios sobre pulpos en la península de Yucatán se iniciaron en los 60's, década en la que destacan los siguientes aspectos de la investigación: la identificación y caracterización de la nueva especie pulpo rojo (*Octopus maya*) por Voss y Solís-Ramírez (1966) y la descripción de su pesquería, así como de algunos de sus aspectos biológicos y de los principios básicos para su cultivo experimental (Solís-Ramírez, 1962; 1967; Voss y Solís-Ramírez, 1966).

Los años 80's y 90's se distinguieron por el énfasis en los estudios de dinámica poblacional del pulpo rojo. Así, Seijo et al. (1987) aplicando el modelo de simulación bioeconómica, determinaron el estado de salud del recurso y advierten sobre una posible sobre-explotación de la especie costera *O. maya*. Por su parte, Solís-Ramírez et al. (1991), mediante el empleo del programa ELEFAN a datos de esa temporada determinaron los coeficientes de crecimiento y parámetros de la relación peso longitud del pulpo. Arreguín-Sánchez (1992a) explora la relación entre la variabilidad de la estacionalidad del reclutamiento y del crecimiento individual encontrando una fuerte asociación entre estos procesos. Este mismo autor (Arreguín-Sánchez 1992b) propone la hipótesis de dos periodos de reproducción asociados a los pulsos de producción primaria de la zona costera de Campeche (Julio) y la surgencia estacional (abril-mayo) cercana a la región de Cabo Catoche, con lo cual explica el origen de los organismos de 6-7 meses de edad que conforman la agregación al inicio de la temporada de pesca (agosto). Esta hipótesis es referida nuevamente por Solís - Ramírez et al. (1997). Estos últimos autores, con información de muestreo de las temporadas de pesca 1983-1990 y aplicando el método de Pauly (1980), estimaron que la mortalidad natural (M) para la pesquería de pulpo de la Península de Yucatán, era de 2.3. Zambrano (1992) y Arreguín-Sánchez (2000), consideran información sobre abundancia de predadores y estiman la mortalidad natural.

Por su parte, Arreguín-Sánchez, et al. (2000) determinaron los parámetros poblacionales del pulpo *O. maya*, por medio de un análisis de población virtual (APV) incorporando las flotas de Campeche y Yucatán del cual concluyen que el recurso está siendo explotado a su máxima capacidad biológica y que las medidas de manejo deben de ser revisadas para sostener y probablemente optimizar los rendimientos. Además González, et al. (1998) realizaron una evaluación de la pesquería basándose en datos de frecuencia de longitud de pulpo en Campeche, obteniendo los parámetros poblacionales para esa zona (Tabla 1).

Tabla 1. Estimaciones de algunos parámetros poblacionales del pulpo rojo (*Octopus maya*), en la Península de Yucatán.

Parámetros	Valores	Modelo o método	Autores
Crecimiento	$L_{\infty} = 252 \text{ mm}$ $K = 1.4 \text{ anual}_{-1}$	Ecuación de Von Bertalanffy	Arreguín-Sánchez, et al. 2000
	$L_{\infty} = 241 \text{ mm}$ $K = 1.5 \text{ anual}$	Ecuación de Von Bertalanffy	González, et al. 1998
Mortalidad	$Z = 8.77$	Curva de captura	Arreguín-Sánchez, et al. 2000
	$M = 2.35$	Ricker and Effanov	
	$E = 0.75$	Producto de F/Z	
Reclutamiento	2 picos (octubre y abril)	Rutina incluida en FISAT en términos porcentuales	Arreguín-Sánchez, et al. 2000

Hernández et al. (2000b), utilizaron un modelo estructurado por edades para describir y evaluar la pesquería de pulpo (*O. maya*) en Yucatán para el periodo 1993 a 1999; este análisis incluyó toda la información biológica disponible hasta ese momento. En este estudio se estimó la mortalidad natural en $M = 0.18/\text{mes}$ y la edad de plena vulnerabilidad de nueve meses. Asimismo, se observó que el reclutamiento presenta su máximo entre diciembre y marzo, particularmente en enero y febrero. Por último, en este estudio se observó que la máxima biomasa se presenta entre agosto y octubre.

A partir de 2001, el Instituto Nacional de la Pesca implementó un sistema de evaluación directa de la biomasa de la población de pulpo rojo en las costas de Yucatán y Campeche (Solana-Sansores et al, 2002). En estos análisis se incluyen los patrones espaciales, un análisis de la distribución de frecuencias de tallas, la evaluación de la población susceptible a ser capturada y el patrón temporal de variación durante la temporada de pesca (agosto a diciembre). Con esta información se estimó el esfuerzo pesquero óptimo y la cuota de captura, para la temporada de pesca. En esta evaluación se incorporaron métodos de observación directa, como es el muestreo por transectos (por buceo) con una red de estaciones distribuidas de manera sistemática a lo largo de toda la costa y la definición de estimadores de la densidad por área y la abundancia poblacional, siguiendo el método de la Distancia, utilizando diferentes funciones de probabilidad como la tasa de riesgo y la media normal (half-normal) y diversas series como la expansión por cosenos y polinomios Hermite (Buckland et al. 1993). El método se basa en el muestreo por observación directa del objeto (individuo) midiendo su distancia perpendicular a la línea del transecto. Se supone que la detectabilidad es mayor en los objetos más cercanos a la línea del transecto. Con ello se construye la base del método: La función de detección, utilizando diversos modelos de probabilidad, de acuerdo con criterios de ajuste (por ejemplo, la X^2 , el AIC, etc.). Para cada modelo se estima la función de distancias evaluadas en distancia igual a cero $f(0)$, la cual se grafica en un histograma que permite evaluar la pertinencia del agrupamiento a posteriori de datos para un nuevo análisis (para más detalle ver Solana-Sansores et al. 2002).

Por otra parte, se estima la biomasa de pulpo rojo susceptible de ser capturada, a través del método de área barrida (Sparre et al. 1989). Este consiste en observar el número de pulpos capturados y la medición del peso de los individuos capturados. Para ello se utiliza el método de pesca de "gareteo" a bordo de embarcaciones de la flota menor.

Adicionalmente, con base en los análisis de la captura por unidad de esfuerzo de la pesca artesanal, obtenidos de los registros diarios de captura comercial anual por embarcación en los puertos de Yucatán y Campeche, se construyó un modelo de biomasa dinámica basado en el modelo de Schaefer (1957) para situaciones de no equilibrio (Hilborn y Walters (1992). La implementación de estos análisis ha permitido la estimación de las cuotas de captura anuales sugeridas en la norma pesquera mexicana que regula la pesquería de pulpo en el Golfo de México (Solana-Sansores et al., 2002; Wakida et al., 2003).

Para el 2001, en la evaluación de *Octopus maya* durante la temporada de veda se estimó una cuota de captura de 13,000 t (CV = 9%). Durante 2002, a partir de los trabajos descritos por Wakida, et al. (2001), se estimó una biomasa de pulpo rojo, para el litoral de Península de Yucatán, de 22,737 t. Dado lo anterior, se estimó que la captura para mantener al menos la misma población para el año 2003, debería no ser mayor a las 13,000 t (CV = 12%), semejante a la del año anterior. Además, en este estudio se menciona que con el esfuerzo pesquero actual en la zona de Celestún e Isla Arenas, solo quedaría el 35% de la biomasa inicial al terminar la temporada de pesca. Siguiendo la misma metodología durante la temporada de 2003, se estimó la biomasa existente de 25,017 t y una cuota de captura de 11,000 t (CV = 20%). Para el año 2004, la biomasa estimada fue 27,019 t y la cuota de captura de 12,000 t, con un Coeficiente de Variación de 16%. Para detalles refiérase a la Tabla 2.

Tabla 2. **Estimaciones de la Biomasa poblacional y la cuota de captura asignada del pulpo rojo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán, durante los años 2002 – 2004.**

Año	Densidad (Ind. /Ha)	Peso promedio (kg)	Biomasa total calculada (toneladas)	Cuota de Captura (Toneladas)	Coeficiente de Variación (CV)
2001	1,945	0.388	17,736*	13,000	8.9
2002	1,638	0.665	22,737	13,000	11.9
2003	1,884	0.136	25,017	11,000	19.6
2004	1,968	0.153	27,019	12,000	15.6

* Estimación de solamente una porción de la población total.

Wakida et al. (2003), como resultado de la comparación de muestreos efectuados en la zona de Isla Arenas y Celestún antes del inicio y al final de la temporada de pesca comercial (mayo – junio del 2001 y 2002 y noviembre – diciembre del 2001), reportan que: 1) los mayores valores de densidad se presentaron generalmente en el área de Isla Arenas, Campeche; 2) la densidad absoluta promedio de pulpo fue mayor en mayo – junio del 2001 (1945 pulpos/km², C.V. = 15%); 3) la disminución de la densidad absoluta promedio de pulpo al final de la temporada de pesca comercial (noviembre – diciembre del 2001) fue de aproximadamente 77% (453 pulpos/km², C.V. = 20%); y 4) el análisis de la información de mayo – junio del 2002 indica que no se habían alcanzado los niveles poblacionales semejantes al 2001 (1,096 pulpos/km², C.V. = 10.3%). Los valores encontrados al final de la temporada de pesca, indican el efecto que tiene la pesca sobre la población en adición a la mortalidad de hembras después del período de reproducción. La conclusión de este trabajo es que existe una alta

variabilidad en la densidad poblacional del pulpo en la zona estudiada, como resultado de la pesca, la mortalidad de hembras reproductoras, otras fuentes de mortalidad y del posible efecto de las variables ambientales.

Los métodos de análisis descritos anteriormente se han utilizado en los últimos cuatro años (2001-2004), en un área que abarca casi la totalidad de la zona de distribución de pulpo rojo (O. maya). El detalle de los métodos, análisis y resultados de estos estudios se presentan en documentos integrados a la página de la red electrónica del Instituto Nacional de la pesca en dictámenes, <http://www.inp.semarnat.gob.mx> (Solana-Sansores et al. 2002, Wakida et al. 2003 y Pérez et al. 2004). Este método también se utiliza en 2005 para estimar la biomasa total de la población de pulpo rojo (O. maya) y la tasa de captura.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

Estimación de la Abundancia Poblacional

El objetivo principal es estimar la abundancia de la población de pulpo en la zona litoral de la península de Yucatán de forma anual. Para alcanzar este objetivo, desde el 2001 se han realizado muestreos directos de biomasa en las costas de Yucatán y Campeche de mayo a julio de cada año. Estas colectas se han efectuado en un área de muestreo total de 5,450 km², realizando en promedio 247 transectos lineales a través de buceo autónomo (Solana-Sansores et al. 2002), desde Champoton, Campeche hasta Río Lagartos, Yucatán (2002-2003) y desde 2004 hasta Holbox, Quintana Roo. Por otra parte, mediante el método de área barrida por “gareteo”, se estimó la fracción de la población de pulpos susceptible de ser capturados por el arte de pesca. Con este método se han realizado en promedio 40 campañas de pesca dentro de las zonas descritas. La información obtenida en el primer caso permitió estimar la biomasa total de la población y con el segundo método la biomasa susceptible a ser capturada, el peso individual promedio de los pulpos reclutados a la pesca, así como la proporción de individuos reclutados a la pesca. Los detalles de la metodología son explicados arriba en la sección Antecedentes de estudios en la península de Yucatán y en Solana-Sansores et al. (2002).

Estimación de la abundancia absoluta de la población de pulpo O. maya

Los resultados de los últimos tres años muestran que la densidad ha permanecido estable (Tabla 2) aunque la talla promedio de los organismos capturados ha disminuido, probablemente debido a la variabilidad estacional del patrón de reclutamiento, como se menciona en Arreguín-Sánchez (1992a). De acuerdo a los registros de campo durante estos años es de suponerse que la reducción observada en la talla promedio esté más asociada con la variabilidad del patrón estacional de reclutamiento que a efectos de la pesca. Lo anterior sugiere la conveniencia de considerar la recomendación de apertura de la temporada de pesca cuando se presente una talla comercialmente adecuada. Con esta medida aumentaría el rendimiento por recluta y las ganancias económicas de los pescadores.

La distribución de la población de pulpo O. maya, es heterogénea, con zonas de alta densidad que se localizan entre Champoton y Campeche, Campeche. Estas zonas de alta abundancia se han registrado durante los tres años anteriores (Fig. 4). Sin embargo, durante

la última campaña, en 2004, el patrón de distribución mostró diferencias, observándose las mayores concentraciones en la zona del centro de Yucatán, frente al puerto de Telchac, lo cual sugeriría una distribución y desarrollo de los organismos de *O. maya* por parches, siempre que los procesos biológicos relativos a la distribución espacial y temporal de la población se mantengan año tras año. En caso contrario podría tratarse de variabilidad interanual de dichos procesos.

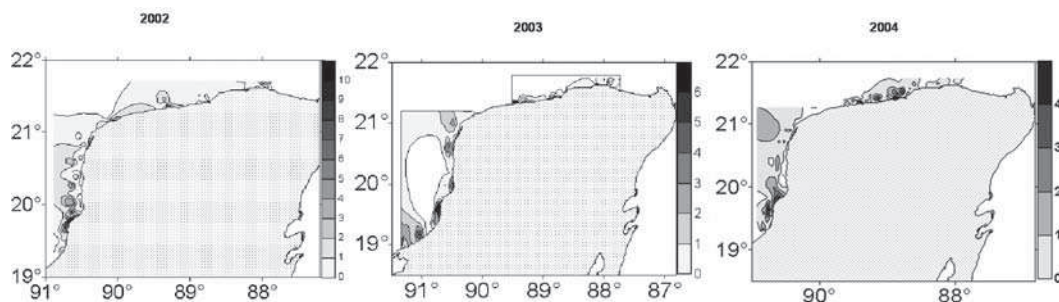


Figura 4. **Distribución espacial de la población del pulpo rojo (*Octopus maya*), representada a través de las tasas de detección (n/L, número de pulpo observados por transecto de 150 m), durante 2002 – 2004.**

Con base en la densidad obtenida en las evaluaciones y tomando en cuenta el peso promedio de pulpos reclutados a la pesca y con la exploración de casi la totalidad del área de distribución del recurso, se estimó la biomasa total de pulpos en la región península de Yucatán, mostrando los resultados anuales en la Tabla 2.

Una conclusión de estos trabajos es que la población del pulpo rojo (*O. maya*) se ha mostrado estable a lo largo de los últimos cuatro años. Esta aseveración se basa en que las estimaciones no han revelado cambios significativos en toda la región de la abundancia del pulpo *O. maya*. Por lo anterior, las posibles variaciones de la captura parecen estar más influenciadas por la talla que presentan los organismos al inicio y durante la temporada de pesca, que por los cambios de la abundancia.

Estimación de la abundancia relativa de la población reclutada a la pesquería.

Los resultados anuales de distribución de la cantidad de organismos capturados por km² cubiertos por el método de gareteo, y que representan la fracción de la población susceptible de ser capturada, presentan a la región de Celestún e Isla Arenas, como la más importante al inicio de temporada y en consecuencia que las mejores capturas se presenten en esa zona al inicio de la temporada (Fig. 5).

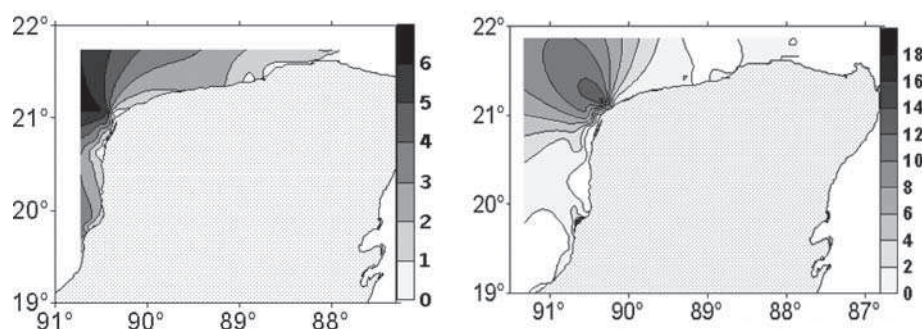


Figura 5 **Distribución de Biomasa capturable de pulpo rojo (*O. maya*), durante las temporadas 2002 y 2003. La biomasa está en toneladas**

Estimación de la cuota de captura para cada temporada de pesca.

Las estimaciones consisten en analizar las series históricas de captura y esfuerzo (viajes de pesca), que conjuntamente con la estimación absoluta de la biomasa total, permitió el cálculo de la cuota de captura para los años 2001, 2002 y 2003 (Tabla 2).

Los resultados presentados en la Tabla 2 indican que los estimados de la cuota de captura con la metodología descrita y aplicados para el período 2002-2003 han permitido mantener a la población de *O. maya* en un “Estado de Salud Sustentable”.

En la figura 6 se muestra la curva de captura para diferentes niveles de biomasa y las capturas obtenidas en los diferentes años analizados. De acuerdo a la estimación de la biomasa total de pulpo *O. maya* presente en 2003, el reclutamiento observado y la tasa de crecimiento, las cuotas de captura para las temporadas 2002 al 2003 han sido definidas alrededor de las 12 mil toneladas para toda la región de Península de Yucatán. De acuerdo a la información disponible se prevé una cuota semejante para 2004.

Es importante señalar que en el capítulo de Pulpo del libro *Sustentabilidad y pesca responsable en México* (2002) se utilizaron modelos que permitieron evaluar la biomasa total de pulpo en la plataforma de Yucatán. En el presente análisis se enfocó la evaluación a la obtención de la biomasa capturable para establecer la cuota de captura permisible con fines de manejo sustentable del recurso. Por tal razón se podrán observar diferencias en los métodos, enfoques y resultados. Sin embargo todas las evaluaciones son confiables y cumplen con los objetivos planteados.

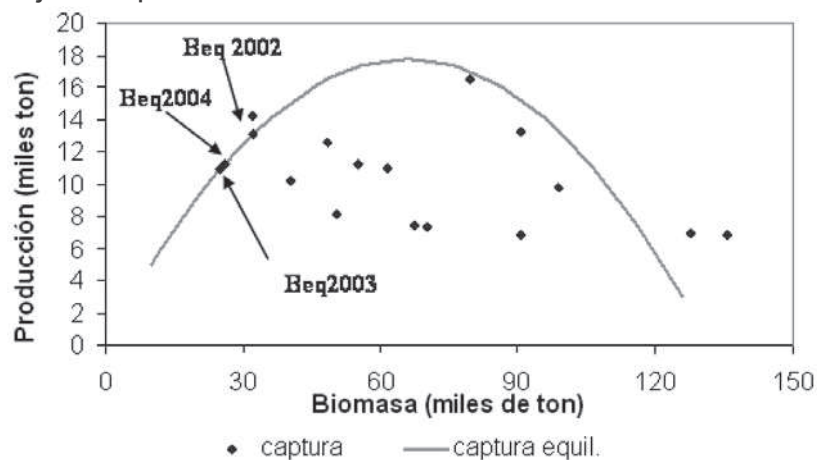


Figura 6. Curva de captura en equilibrio para el pulpo rojo (*O. maya*) en la Península de Yucatán y las biomazas en equilibrio 2002 – 2004. Los valores de 2002, 2003 y 2004 son la proyección de la tendencia de las capturas de 15 años.

ESTADO ACTUAL DE LA PESQUERÍA DE PULPO

Los resultados muestran que actualmente el recurso pulpo rojo, *Octopus maya*, se encuentra explotado en nivel muy cercano a su máximo rendimiento sostenible. Las medidas de manejo que actualmente están establecidas (como son la talla mínima de manto, el periodo de veda y no permitir el aumento del esfuerzo pesquero), han tenido como resultado que los niveles de biomasa y las capturas se mantengan razonablemente estables.

El recurso pulpo, *Octopus vulgaris*, continua siendo considerado como un recurso potencial dado que sus capturas han sido realizadas en profundidades menores de 20 brazas (36 m) siendo que, de acuerdo a la información en la literatura, este recurso puede ser capturado hasta 150 m de profundidad. El sector pesquero ha manifestado en la temporada (2004) su interés de explotar el pulpo, *Octopus vulgaris*, a profundidades mayores de 30 brazas (55 m). La consecuencia esperable sería, supuestamente, un aumento en las capturas y un mayor rendimiento económico principalmente para los estados de Yucatán y Quintana Roo.

Las zonas de captura para cada recurso (*O. maya* y *O. vulgaris*) son diferentes. Sin embargo las flotas están sobreponiendo sus áreas de trabajo ya que la flota que debe capturar *O. vulgaris* (flota industrial) está pescando en profundidades de 6 a 20 brazas y la flota que debería capturar *O. maya* (flota menor o artesanal) está trabajando en profundidades desde 4 a 17 brazas. Una solución a este problema de interferencia es que la flota industrial trabaje a profundidades mayores de 20 brazas y con un arte de pesca más selectivo (trampas pulperas) para que su esfuerzo de pesca sea dirigido casi exclusivamente sobre el pulpo patón (*O. vulgaris*).

La infraestructura pesquera y de comercialización parece adecuada ya que para exportar el producto se le exige a las empresas que obtengan su certificación sanitaria y de calidad. Sin embargo, es recomendable que los industriales de Yucatán realicen mayores esfuerzos para mejorar su planta de almacenamiento, que según el gobierno del estado de Yucatán es de alrededor a las 13 mil toneladas. Por su parte, el estado de Campeche, con excepción de tal vez el puerto de Champotón deberá realizar esfuerzos por desarrollar una mayor infraestructura de almacenamiento, principalmente de congelamiento. Es importante resaltar que si se impulsa una mayor captura del pulpo patón esta tendrá éxito siempre y cuando se disponga de una mejor infraestructura portuaria (principalmente al norte de Yucatán), mejores instalaciones de almacenamiento (refrigeración) y se abran mayores canales de distribución y mercadeo.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Si la pesquería se sigue sustentando principalmente en *O. maya*, no es de esperarse que las capturas aumenten; de hacerlo, se corre un riesgo de problemas con la biomasa de la población y, por ende, de una sobreexplotación de la pesquería en el corto plazo. Por ello, una estrategia para el manejo de este recurso en el corto y largo plazo es el de mantener los niveles de captura en el promedio de los últimos cinco años y no aumentar el esfuerzo de pesca.

Para la especie de pulpo patón (*O. vulgaris*) existe la posibilidad de aumentar gradualmente el esfuerzo pesquero. Esta especie se localiza en diversas profundidades, por lo que es posible experimentar con diferentes métodos y artes para la extracción de pulpo, como serían las trampas. Las capturas totales sólo podrían aumentar si las operaciones de pesca se dirigen en mayor grado a *O. vulgaris*, el cual se encuentra a mayores profundidades.

La protección del reclutamiento a largo plazo de *O. maya* deberá formar parte de la estrategia de manejo de la pesquería. Sólo así se podrán conservar al largo plazo las capturas de esta especie. No es recomendable aumentar la mortalidad por pesca. No obstante deberán estudiarse con más detalle los aspectos biológico-poblacionales, dinámica espacial y temporal, y efectos del medio ambiente asociados al proceso de reclutamiento.

Considerando que en la temporada 2002 se encontraron activas 4,705 embarcaciones menores y 386 mayores, y suponiendo una equivalencia de cinco embarcaciones menores por una mayor, se puede expresar el esfuerzo de pesca ejercido en “embarcaciones equivalentes” con 6,635 de esas unidades en 2002. El esfuerzo pesquero total de la pesquería, si el patrón de explotación de las dos especies capturadas no se modifica, no debe aumentar arriba de estas cifras.

La información disponible sugiere que la flota industrial podría aumentar sus capturas; sin embargo, no se debe incrementar la flota hasta determinar las zonas de ocurrencia y la disponibilidad de *O. vulgaris*. Además la tecnología de captura de la flota industrial requiere un cambio para tener acceso al área de ocurrencia de esta especie.

En todas las zonas de captura de pulpo deben evitarse las prácticas de pesca no reglamentadas por la norma de pesca, como es la captura con gancho o arpón, a la que son muy vulnerables las hembras encuevadas que se encuentran al cuidado de los huevos.

La distribución de frecuencia de tallas al inicio de la temporada de captura en los últimos dos años muestra una disminución en la talla promedio. Aunque en términos generales una tendencia de esta naturaleza se asocia con un efecto de sobrepesca, por ahora es muy corta la serie de datos como para hablar de un patrón definido. Dada la estrategia de vida de esta población y del estado de explotación del recurso, se ha supuesto inicialmente que este cambio en la talla promedio está mas asociado a la variabilidad interanual del patrón estacional de reclutamiento, tal como ha sido sugerido por Arreguín-Sánchez (1992a), Esto sugiere, en consecuencia, que se están capturando pulpos antes de que alcancen la edad de primera reproducción (y su máximo rendimiento económico). Por lo anterior es necesario que en las evaluaciones anuales se incorpore un análisis particular con el objeto de determinar el periodo adecuado para el inicio de la explotación. Con ello se conseguirían muy probablemente mejores rendimientos biológicos y económicos.

Campos de colaboración

Para el adecuado desarrollo de la pesquería de pulpo es necesario conocer la abundancia y distribución de la población del pulpo común o patón, *O. vulgaris*, para la determinación de zonas de pesca y la disponibilidad. También es necesario contar con más información

sobre biología básica de *O. vulgaris* para la zona de pesca que corresponde a México. Es necesario alentar estudios sobre tecnologías alternativas de captura de *O. vulgaris* para la flota industrial.

Sobre el pulpo *O. maya* es importante probar las hipótesis alternativas sobre patrones de reclutamiento y su asociación con procesos del ecosistema como son la producción primaria, disponibilidad de alimento, mortalidad por predación y la dinámica espacial y temporal. Esta información es clave para la sostenibilidad de la pesquería.

Se abren perspectivas para la participación de los integrantes del sector (permisionarios, cooperativistas, administradores, etc.) en la elaboración del plan de manejo y las estrategias de explotación de las especies que conforman esta pesquería; de esta forma los que aprovechan el recurso de manera directa serían co-responsables de su adecuado uso, de la administración del mismo y de la investigación científica y tecnológica por desarrollar.

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. 1992a. Growth and seasonal recruitment of the octopus (*Octopus maya*) fishery from the Campeche Bank, caught by the artisanal fleet. *NAGA*. Philippines. 15(2): 31-34
- Arreguín-Sánchez, F. 1992b. Consideraciones sobre el manejo de la pesquería de pulpo *Octopus maya* en el Banco de Campeche. *Jaina*. México. 3(2): 19
- Arreguín-Sánchez, F. 2000. Octopus - red grouper interaction in the exploited ecosystem of the northern continental shelf of Yucatan, Mexico. *Ecological Modelling*. 129:119-129.
- Arreguín-Sánchez, F., J. C. Seijo, D. Fuentes & M. J. Solís-Ramírez. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. *CRIP Yucalpetén. Contr. Inv. Pesq. INP, México. Doc. Tec.* 4:1-41.
- Arreguín-Sánchez, F., M.J. Solís-Ramírez & M.E. González y de la Rosa. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 48(2/3):323-331
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham y J. L Laake. 1993. Distance sampling: Estimating abundance of biological population. Chapman and Hall, USA.
- DOF, 1993. Diario Oficial de la Federación del 1 de septiembre de 1993. Gobierno de la República, México.
- DOF, 1994. Diario Oficial de la Federación del 3 de diciembre de 1994. Gobierno de la República, México.
- Fuentes, D., M. J. Solís-Ramírez & J. De la Garza. 1965. Algunos aspectos de la reproducción de pulpo (*Octopus vulgaris* Lamarck) de la Sonda de Campeche. *Res. II Congr. Nal. de Ocean., Ensenada, B.C., México*.

- González y de la Rosa M. E., J. Santos y M. J. Solís R. 1998. Evaluación del pulpo *Octopus maya* de la costa norte de Campeche. México. Revista "El Timón". Sria. de Pesca. Año 1 No. 2, págs. 4 – 7.
- Hernández-Flores, A., M. J. Solís-Ramírez, J. C. Espinoza-Méndez, F. Ramírez-Gil, R. Mena y J. C. Mena-González. 2000a. Aplicación del método del área barrida para obtener un índice de abundancia relativa de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán. XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oaxaca. México.
- Hernández-Flores, A., M. J. Solís-Ramírez, J. C. Espinoza-Méndez, R. Mena, F. Ramírez-Gil. 2000b. Pulpo. p. 615-630. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo. INP. SEMARNAP. 1042 p.
- Hilborn, R. & C. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman & Hall Pub. Co., New York, 570 pp.
- Pérez, M., A. Wakida, J. Santos, R. Burgos, K. Cervera, J.C. Espinoza, J. C. Mena, R. Mena, D. de Anda, F. Ramírez, E. Cob, L. A. Pacheco, M. Huchin, M. Seca, M. Medina, J. Maturen. 2004. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2004. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Crip Yucalpetén. Doc. Interno 17 p.
- Seijo, J. C., M. J. Solís-Ramírez & G. Morales. 1987. Simulación bioeconómica de la pesquería de pulpo *Octopus maya* de la plataforma continental de Yucatán. Mem. Simp. Invest. Biol.Ocean. Pesq. México. La Paz, B.C.S: 125-138.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Gobierno Federal. México.
- Solana-Sansores, R., Wakida, A., Solís-Ramírez, M., Burgos, R., De Anda, D., Cervera, K., Espinosa, J. C., Mena, R., Mena, J. C., Ramírez, F., Pisté, J. C., Santos, J., Huchin, M., Seca, M., Medina, M. 2002. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán, durante la temporada de veda 2002. Informe Técnico de investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Doc. Interno 12 p.
- Solís-Ramírez, M. J. 1962. Contribución al estudio del pulpo (*Octopus vulgaris*, Lamarck) de la Sonda de Campeche. Trab. Divulg. 3(24): 1-36.
- Solís-Ramírez, M. J. 1967. Aspectos biológicos del pulpo, *Octopus maya*, Voss y Solís. Publ. I.N.I.B.P. 18:1-90.
- Solís-Ramírez, M. J. 1975. Posibilidades de la pesca del pulpo de la Península de Yucatán. Publ. Inst.Mex. Com. Ext. 347:1-20.
- Solís, M.J., F. Arreguín-Sánchez y J.C. Seijo. 1997. Pesquerías de cefalópodos. p 61-80. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo and F. Arreguín-Sánchez. Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX Serie Científica 7. México. 496 p.
- Solís-Ramírez, M. J. 1988. El recurso pulpo del Golfo de México y el Caribe. En: Los Recursos Pesqueros del País. Instituto Nacional de la Pesca. pp:463-478.
- Solís-Ramírez, M. J. 1991. Octopus fisheries in the Mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. En: Roper, C.F.E., Sweeney, M. & Vecxhione M. Gilbert L (eds.). Bull. Mar. Sci. 49 (1-2):667-668.
- Solís-Ramírez, M. J. 1994. La pesquería del pulpo del Golfo de México y Caribe Mexicano. En: Atlas Pesquero y Pesquerías Relevantes de México. C.D. Multimedia. Secretaría de Pesca, INP. CENEDIC. Univ. de Colima, México.
- Solís-Ramírez, M. J., M. E. González de la Rosa y J. A. Sánchez. 1991. Coeficientes de la relación peso-longitud y parámetros de crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán. Temporada 1988. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.

- Solís-Ramírez, M. J., J. I. Fernández-Méndez y F. Márquez. 1998. Pulpo: 521-545. En: Instituto Nacional de la Pesca (Editor). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 696 p.
- Sparre, P., E. Ursin & S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. FAO Fish. Tech. Pap. 306.1-337.
- Van Heukelem, W. F. 1976. Growth, bioenergetics and life-span of *Octopus cyanea* and *O. maya*. Tesis de Doctorado. Univ. Hawaii, Honolulu; Hawaii, E.U.A.
- Van Heukelem, W. F. 1977. Laboratory maintenance, breeding and biomedical research potential of the Yucatan Octopus (*Octopus maya*). Lab. Anim. Sci. 27(5):825- 859.
- Voss, G. L. & M. J. Solís-Ramírez. 1966. *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche. Bull. Mar. Sci. 16 (3): 615 -625.
- Wakida K. A. T., M. Solís-Ramírez, K. Cervera, J. C. Espinoza M., C. Mena G., R. Mena A., F. Ramírez-Gil, M. Huchín M., M. Seca E., D. Murillo G. y M. Medina M. 2001. Estudio del recurso pulpo durante la temporada de veda 2001. Informe Técnico de investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Doc. Interno 5 p.
- Wakida, K. A. T., R. Solana Sansores y R. Burgos Rosas. 2003a. Abundance analysis of *Octopus Octopus maya* in Occidental coast of Yucatán Peninsula, Mexico. Memorias del Marcuba 2003. 7 p.
- Wakida, K. A.T., Pérez, M , J. Santos, R. Burgos, K. Cervera, J.C. Espinoza, J. C. Mena, R. Mena, D. de Anda, F. Ramírez, E. Cob, L. A. Pacheco, M. Huchin, M. Seca, M. Medina, J. Maturen. 2003b. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2003. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Doc. Interno 17 p.
- Zambrano González, L., 1992. Contribución al conocimiento de la mortalidad natural de *Octopus maya* en la plataforma continental de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, UNAM., México



SUSTENTABILIDAD
Y PESCA
RESPONSABLE EN MÉXICO

EVALUACIÓN Y MANEJO
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN
AGOSTO DE 2006
FUE UN TIRAJE DE 1000 EJEMPLARES,
CIUDAD DE MÉXICO



DISEÑO E IMPRESIÓN
TEL. 01 55 56 11 62 46