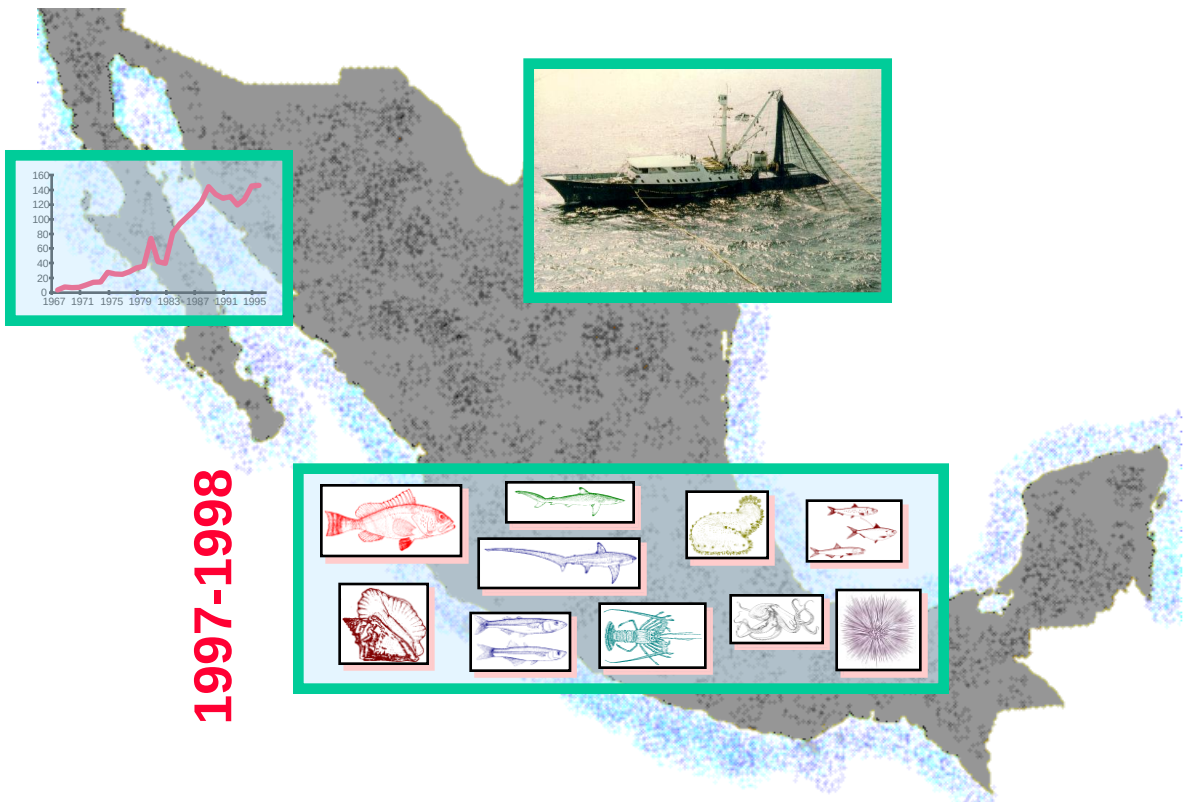




INSTITUTO NACIONAL
DE LA PESCA

Sustentabilidad y Pesca Responsable en México

Evaluación y Manejo



SECRETARIA
DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA

*“..... debemos avanzar mucho más rápido que hasta ahora
en el establecimiento de sistemas para determinar con
toda objetividad los volúmenes y las técnicas de captura
aceptables en las distintas pesquerías y actividades
acuícolas en el país
y por eso es que estamos fortaleciendo al
Instituto Nacional de la Pesca.”*

Ernesto Zedillo Ponce de León

Presidente Constitucional de los
Estados Unidos Mexicanos

Ceremonia de apertura de la temporada de pesca de camarón del Pacífico
Topolobampo, Sinaloa
Septiembre 10 de 1995

ÍNDICE

PÁGINA

➤ PRÓLOGO	vii
➤ INTRODUCCIÓN	xiii
➤ EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR Y LOS RECURSOS PESQUEROS EN MÉXICO	xxxvii
➤ RESUMEN	xlvi
➤ SUMMARY	lxxi
➤ PESQUERÍAS DEL OCÉANO PACÍFICO	1
• CAMARÓN	3
– La Pesquería	5
– Manejo	21
– Perspectivas	48
• ATÚN	63
– La Pesquería	65
– Manejo	77
– Perspectivas	85
• PELÁGICOS MENORES	93
– La Pesquería	95
– Manejo	108
– Perspectivas	116
• TIBURONES ARTESANALES	125
– La Pesquería	127
– Manejo	141
– Perspectivas	144
• TIBURONES OCEÁNICOS	153

ÍNDICE

– La Pesquería	155
– Manejo	182
– Perspectivas	184
• CALAMAR GIGANTE	197
– La Pesquería	199
– Manejo	206
– Perspectivas	211
• ABULÓN	217
– La Pesquería	219
– Manejo	233
– Perspectivas	245
• LANGOSTA	263
– La Pesquería	265
– Manejo	275
– Perspectivas	286
• ERIZO	299
– La Pesquería	301
– Manejo	306
– Perspectivas	317
• PEPINO DE MAR	325
– La Pesquería	327
– Manejo	334
– Perspectivas	341
➤ PESQUERÍAS DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE	353
• CAMARÓN	355
– La Pesquería	357
– Manejo	388
– Perspectivas	408
• TIBURONES ARTESANALES	421

ÍNDICE

– La Pesquería	423
– Manejo	432
– Perspectivas	441
• ATÚN	455
– La Pesquería	457
– Manejo	473
– Perspectivas	481
• MERO	489
– La Pesquería	491
– Manejo	501
– Perspectivas	511
• PULPO	521
– La Pesquería	523
– Manejo	531
– Perspectivas	539
• LANGOSTA	547
– La Pesquería	549
– Manejo	559
– Perspectivas	581
• CARACOL	587
– La Pesquería	589
– Manejo	596
– Perspectivas	606
➤ PESQUERÍAS DE AGUAS CONTINENTALES	611
• LAGO DE PÁTZCUARO	613
– La Pesquería	615
– Manejo	628
– Perspectivas	636
➤ LISTA DE ESPECIES	651

ÍNDICE

➤ GLOSARIO	659
➤ PARTICIPANTES	665
➤ AGRADECIMIENTOS	671
➤ ANEXO (Evento de Presentación del libro)	673
• Palabras del C. Presidente de la República Mexicana	677
• Palabras del Presidente del Instituto Nacional de la Pesca.....	683
• Acuerdo para la Pesca Responsable.....	687

Prólogo
Prólogo

Introducción
Introducción
Introducción

ENSO
ENSO
ENSO

Resumen
Resumen
ejecutivo
ejecutivo

PRÓLOGO

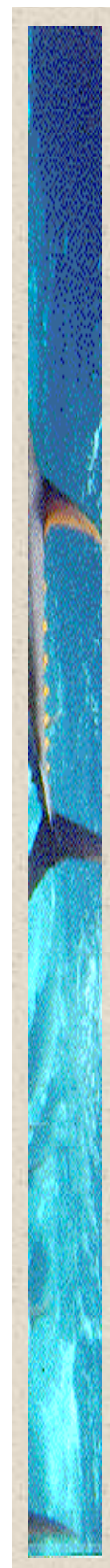
Los problemas de la pesca mundial -y México no es la excepción-, muestran con claridad que la concepción acerca del mar y sus recursos como un paradigma de riqueza inagotable, y a la cual la capacidad industrial del ser humano no podía alterar, ha sido superada por la realidad de la explotación pesquera a nivel mundial. Sin embargo esta concepción, derivada del romanticismo industrial del siglo XIX, hasta hace poco prevalecía en nuestra sociedad, y aún hoy se sigue citando.

Esta visión resulta inapropiada y es conceptualmente errónea: los recursos acuáticos sí son vulnerables, -en algunos casos incluso los ecosistemas son considerablemente frágiles-; ciertamente su abundancia es variable y depende en gran medida del medio ambiente y de su calidad. Desde luego su capacidad biológica de renovación -también altamente variable- no puede ser superada por la excesiva capacidad de aprovechamiento que actualmente existe.

Sin embargo, este exceso de capacidad de la actividad pesquera no es el único problema que enfrenta la pesca. Otros problemas importantes incluyen la captura de especies no objetivo, y el desperdicio que esta captura no deseada acarrea, con grave deterioro ecológico en algunos casos; el problema, difícil de revertir en el corto plazo, del deterioro ambiental, especialmente en las áreas costeras, hábitat temprano de la mayoría de las especies de la pesca comercial; y el problema generalizado de la contaminación, también más grave en las zonas costeras y en algunos casos un problema crítico.

Estos problemas se hacen aún más complejos y se sinergizan al considerar una característica predominante en la explotación pesquera, resultado de problemas históricos y dificultades de instrumentación: ésta es la indefinición legal general a nivel mundial sobre derechos de propiedad y el laxo control sobre el acceso a los recursos pesqueros que esta indefinición prohíja.

Como un claro reflejo de esta problemática generalizada, la producción pesquera mundial se ha estabilizado en los últimos años, a pesar de un considerable aumento en la capacidad pesquera, tanto en número de pescadores y barcos como en plantas procesadoras. Por otra parte, y en buena medida como resultado de este exceso de capacidad en la actividad, algunos de los bancos pesqueros más ricos en el planeta, basados en especies muy abundantes, han sufrido colapsos



espectaculares, con costos ambientales, económicos y sociales muy importantes.

México no es ajeno a esta problemática general, ni está exento de sus consecuencias: aunque la producción durante 1997 (1,570,586 t) fue un record histórico, existe un claro exceso de capacidad en la actividad y algunas pesquerías importantes se encuentran disminuidas, por lo que un riguroso proceso de ordenamiento es necesario.

Con esta preocupación en mente, el Gobierno de México, en colaboración con la FAO, organizó en 1992 la Conferencia Internacional sobre Pesca Responsable cuyos resultados quedaron plasmados en la Declaración de Cancún, la cual propuso una serie de preceptos internacionales basados en la Ley del Mar de la Convención de las Naciones Unidas de 1982; pero incorporando nuevos conceptos como el uso del Enfoque Precautorio, y consideraciones específicas sobre los problemas asociados al desarrollo "limpio" de la actividad pesquera, que constituyen el complemento al concepto del Desarrollo Sustentable, adaptado al ámbito de la actividad pesquera. El mismo año, estos lineamientos fueron ratificados también en la Cumbre de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Estos preceptos -formalmente enunciados en el Código para la Pesca Responsable, adoptado finalmente por la FAO en 1995-, señalan que el marco institucional y la Ciencia son las instancias por las cuales las actividades pesqueras deben guiarse, e incluye principios y protocolos para fomentar la conservación, el manejo y el desarrollo de las pesquerías, promoviendo tanto intereses sociales económicos así como los de la conservación.

Sin embargo, aunque la conciencia de la sociedad en el mundo respecto de la problemática del medio ambiente marino está en transformación, la instrumentación de estos lineamientos en el ámbito mundial no ha sido sencilla ni consistente, es aún débil y se ha visto frenada por inercias históricas y en algunos casos, acusado deterioro en los recursos pesqueros. Esta es una de las razones por las que 1998 ha sido nombrado Año Mundial de los Océanos, para conocer, conservar y respetar el medio marino y sus recursos. Y la Feria Mundial de Lisboa ha sido dedicada a promover la preocupación por la conservación y el uso racional de los océanos.

Aunque el Código de Conducta para la Pesca Responsable no es un instrumento internacionalmente vinculante, fue adoptado por el Gobierno Federal en el Programa de Pesca y Acuicultura 1995-2000, porque -como el Código lo señala-, la consideración explícita de esta problemática general es precisamente lo que en la práctica se supone y requiere del desarrollo sustentable en el ámbito de la pesca: regular el exceso de capacidad y disminuir otros problemas, al establecer una sintonía entre la explotación pesquera y la capacidad de renovación biológica de los recursos, atendiendo a las condiciones del medio ambiente, con equidad intergeneracional y una visión de largo plazo.

Por lo tanto, uno de los problemas centrales del ordenamiento, y en el contexto de la actividad pesquera es como establecer esta relación entre el aprovechamiento y capacidad de regeneración de los recursos; tema que en la práctica requiere de la determinación de la productividad biológica propia de cada recurso en su ecosistema, y que por medio de la administración se traduce en cuotas, tasas de explotación permisibles y controles sobre el esfuerzo pesquero.

En este sentido, para atender y resolver con atinencia los problemas de ordenamiento señalados, la administración de los recursos pesqueros ha de basarse en el uso de la ciencia y la información que la investigación genera -la Mejor Ciencia Científica-, como el factor clave de orientación, como el enfoque que define el campo de acción y marca los parámetros sobre los cuales puedan responder las demandas sociales, económicas y políticas, que en ocasiones, -y particularmente ante la falta de investigación-, han sido determinantes de abuso y sobreexplotación de nuestros recursos pesqueros.

Es claro que lo mejor contra las presiones políticas en la administración de los recursos pesqueros estriba precisamente en establecer estrategias de ordenamiento basadas en la ciencia como fundamento esencial de las decisiones de administración. Si la investigación es técnicamente sólida, el argumento en contra de una medida de ordenamiento adecuada científicamente puede ser la imposición política. Por esto, la mejor manera de alcanzar un desarrollo ordenado y sustentable en la explotación de recursos pesqueros, es precisamente la investigación apropiada, que oriente y de sustento a decisiones de carácter económico, social o político. Sin esta herramienta, la administración queda condenada a la no sustentabilidad y sujeta a los vaivenes de la política y las fuerzas económicas.

La pregunta pertinente es, por tanto, qué tipo de investigación científica es la adecuada para tomar decisiones administrativas sensibles, prudentes y efectivas, que orienten la pesca en México hacia la sustentabilidad. La respuesta a esta interrogante es precisamente lo que en materia de investigación sobre evaluación y manejo pesquero se presenta en el libro **“Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo 1997-1998”**.

La investigación que en este documento se presenta, se fundamenta en los planteamientos y principios de la pesca responsable y el enfoque precautorio, y hace uso extensivo de metodologías de punta como los modelos cuantitativos, la simulación dinámica, el manejo adaptativo, la investigación en tiempo real, el establecimiento de puntos de referencia, y la consideración explícita del riesgo y de la incertidumbre en el análisis y el riesgo en la toma de decisiones.

Estos principios y la investigación que de ellos se deriva son parte sustancial de la transformación académica del Instituto Nacional de la Pesca, iniciada en 1995. Este proceso nos ha llevado por un lado a un esquema de concordancia académica con Universidades y centros de investigación, y por el otro nos ha permitido un acercamiento continuo a las necesidades y atención a las características de nuestro sector pesquero.

De esta manera, la investigación pesquera de vanguardia convierte al Instituto Nacional de la Pesca en un traductor e interlocutor entre los requerimientos de la industria y la investigación de la academia, manteniendo elementos, valores y consideraciones de ambas áreas.

Este proceso de transformación del INP, junto con los de apertura, transparencia y la promoción de la participación pública en la toma de decisiones de manejo pesquero, y la separación de las áreas normativas de las de inspección y vigilancia, son las bases fundamentales del ordenamiento y desarrollo pesquero de nuestro país y elementos centrales de la política pesquera de la SEMARNAP.

Sin embargo, es preciso reconocer que la labor es aún incipiente, lo que hace necesario un esfuerzo mayor, tanto en la investigación como en la administración pesqueras. Aunque el planteamiento metodológico del presente libro ha sido diseñado para abordar el exceso de capacidad y sus consecuencias, principal problema pesquero en la actualidad, -considerando de manera somera las problemáticas relacionadas con capturas incidentales, el deterioro ambiental y la contaminación-,

existen otras tareas generales también apremiantes, que inciden en distintos niveles. Entre ellas no debemos soslayar las siguientes:

- el diseño e instrumentación de Leyes y medidas administrativas que regulen el libre acceso a los recursos pesqueros,
- la problemática de la instrumentación del Código de Pesca Responsable y el Enfoque Precautorio en la solución de problemas de Ordenamiento Pesquero,
- la necesidad de desarrollar aún mejores medidas para la identificación y protección de recursos deteriorados o amenazados e instrumentos para facilitar su recuperación sostenida,
- la consideración de los problemas derivados de la reducción efectiva del exceso de capacidad en la actividad pesquera,
- el desarrollo y uso de tecnologías y artes de pesca selectivas, ambientalmente seguras y económicamente eficientes, que reduzcan los riesgos asociados con las capturas incidentales y los descartes,
- la apremiante necesidad de considerar explícitamente los factores sociales, económicos e institucionales en el manejo pesquero, y evaluar el impacto social y económico de medidas de manejo,
- La promoción de la participación de acciones estatales, regionales y nacionales en el manejo de los recursos pesqueros,
- la formulación específica de Planes de Manejo por pesquería,
- la integración de la pesca al Manejo de la Zona Costera y a la conservación y protección del hábitat,
-
- la consideración de los problemas de la conservación y uso de la biodiversidad,

- el desarrollo de una acuacultura sustentable, con especial atención a los problemas de contaminación, sanidad y transfaunación, y
- la utilización responsable de las capturas, el cuidado de los procesos postcaptura y la adecuada comercialización, incluyendo la disminución de mermas y desperdicio.

Al atender esta problemática, México avanza sus políticas hacia la sustentabilidad. Sin duda, este es un gran problema por intereses económicos enfrentados, tema común en el aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, la base técnica y científica es indispensable para resolver diferencias y conflictos, y ofrece transparencia, garantizando decisiones en sintonía con el tránsito hacia la sustentabilidad de los recursos naturales, en este caso pesqueros. Por ello el esfuerzo que dedica el Instituto Nacional de la Pesca en esta obra.

Así, este libro es un instrumento actualizable, que aborda la problemática señalada y define con precisión cuantitativa y con base en el esfuerzo pesquero permisible, aquellas pesquerías que tienen potencial de desarrollo, a diferencia de las que se encuentran aprovechadas al máximo o de las que requieren intervención para frenar el deterioro y lograr su recuperación, y por tanto se constituye en un documento estratégico de la SEMARNAP que proporciona elementos de gestión, orientación y planeación para la inversión y el desarrollo de la pesca.

De esta manera, el libro **“Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo 1997-1998”** representa la opinión científica de la SEMARNAP en materia de evaluación y manejo de los principales recursos pesqueros de México, y proporciona a la sociedad un instrumento para la gestión responsable y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros de nuestra Nación.

Julia Carabias Lillo

LA INVESTIGACIÓN EN EVALUACIÓN Y MANEJO DE LOS RECURSOS PESQUEROS EN MÉXICO



Las capturas de la pesca mundial se han estabilizado durante los últimos 10 años, a pesar de incrementos en el esfuerzo de pesca. De hecho, algunos de los recursos que sostenían pesquerías importantes han visto reducidos sus potenciales de aprovechamiento a largo plazo. La causa de esta tendencia es en general un exceso de capacidad de la industria que ha generado un esfuerzo pesquero y tasas de aprovechamiento mayores de las que los recursos pesqueros pueden soportar.

Este exceso en la capacidad provoca sobreexplotación, pero hay otros problemas que se presentan. Entre estos están la captura incidental de especies no objetivo, el deterioro ambiental, especialmente en las áreas costeras, lo que provoca pérdida de hábitats y la contaminación (Speer *et al.*, 1997).

Un problema mundial, histórico que permea toda la actividad y su desarrollo es la indefinición legal general de derechos de propiedad, los cuales pueden controlar el acceso a los recursos. Esto fue señalado por Hardin (1968) en su trabajo clásico “La Tragedia de los Comunes” que resalta la noción de que lo que a todos pertenece, nadie lo cuida.

Las capturas en México también en términos generales se han estabilizado, respondiendo a tendencias similares particularmente en lo que se refiere a una gran capacidad de la industria, en todos sus sectores.

Sin embargo, no se puede soslayar el hecho de que la actividad pesquera tiene un valor económico, social y alimentario, tanto en México como en el mundo: la pesca genera 70 billones anuales de dólares, da empleo directo a 200 millones de personas y el 19% de la proteína animal que se consume en el mundo (Botsford *et al.*, 1997).

Ante la necesidad de desarrollo del sector pesquero por un lado y las tendencias de deterioro, junto con los problemas de la pesca mundial por otro, es tarea central del Gobierno en materia pesquera y misión del Instituto Nacional de la Pesca, la determinación precisa y formal de la situación general de las principales pesquerías del país.



Así, la determinación debe ser cuantitativa y con bases matemáticas, de manera que sea reproducible y predictiva y atender a dos aspectos fundamentales: por una parte debe estimar la productividad biológica del recurso o recursos base de la pesquería, mediada por la variabilidad ambiental en escalas de medio y largo plazo. Este enfoque permite estimar la capacidad de regeneración y resistencia al impacto de los recursos. Por otra parte, la determinación de la situación debe precisar la cantidad de esfuerzo pesquero, o más apropiadamente, la mortalidad por pesca máxima que el recurso puede absorber sin menoscabo de su capacidad de regeneración a largo plazo. Esta doble determinación establece así, de manera formal, cuantitativa y precisa, las tasas de aprovechamiento máximo permisible. Esta es una de las tareas centrales que el desarrollo sustentable y la pesca responsable requieren de la investigación pesquera. Dado que el enfoque cuantitativo es elemento central de la determinación de la situación de cada pesquería (Hilborn y Walters 1992), éste ha sido privilegiado en la estrategia general de este trabajo.

EL LIBRO “SUSTENTABILIDAD Y PESCA RESPONSABLE EN MÉXICO. EVALUACIÓN Y MANEJO 1997-1998”

En nuestro país no se cuenta en la actualidad con una determinación cuantitativa del estado que guardan los recursos que soportan las principales pesquerías, que fundamente las decisiones administrativas y que oriente la gestión política para lograr las metas del desarrollo sustentable de la pesca. Para subsanar esta situación, y con el objetivo general de establecer las tasas de aprovechamiento y esfuerzo permisibles para las principales pesquerías de nuestro país, el Instituto Nacional de la Pesca de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca ha llevado a cabo, como un proyecto prioritario, el presente trabajo.

Este documento es el resultado de 64 proyectos de investigación del Instituto Nacional de la Pesca y señala el estado actual de las principales pesquerías mexicanas, así como las estrategias de manejo que se recomiendan a fin de contribuir a la sustentabilidad y de mantener la pesca en sus niveles óptimos de captura. Este documento normativo servirá de base para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes y como información actualizada y confiable para el sector privado, el sector social, instituciones de educación media y superior, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y para todas aquellas personas involucradas en el estudio, producción y administración de los recursos pesqueros de nuestro país.

El objetivo principal de la investigación consiste en ubicar a las principales pesquerías de México en las siguientes categorías:



- 1) Pesquerías con potencial de desarrollo.** Son pesquerías en las que existe un nivel de pesca reducido, la abundancia se encuentra cerca de los niveles de la biomasa virgen o inicial y el reclutamiento no ha disminuido. Con gran probabilidad las capturas se pueden incrementar si aumenta el esfuerzo pesquero. Sin embargo, si la población no ha sido aprovechada con anterioridad, puede haber una abundancia de organismos viejos que producirán una captura alta en el corto plazo; pero que podría no ser sostenible en el largo plazo.
- 2) Pesquerías aprovechadas al máximo permisible.** Estas son pesquerías que han sido utilizadas por más tiempo, por lo que los niveles de biomasa son, en comparación, menores a las de la categoría anterior. Por lo general el esfuerzo se encuentra en los niveles recomendados o estable, la biomasa es abundante o está cerca de los niveles de máxima productividad, y el reclutamiento no se encuentra disminuido. Con alta probabilidad los niveles de aprovechamiento de las pesquerías en esta categoría son sostenibles en el largo plazo.
- 3) Pesquerías en deterioro.** Aquellas pesquerías en las que el exceso de capacidad, el sobredimensionamiento de la flota pesquera y las tasas excesivas de aprovechamiento, en combinación con la variabilidad ambiental, han provocado un deterioro ambiental expresado en una menor capacidad de la población para regenerarse o en un nivel de biomasa por debajo del de mayor producción biológica. En general, estas pesquerías exhiben altas tasas de explotación, bajo nivel de biomasa, y reclutamiento disminuido. Los niveles de aprovechamiento actuales pueden no ser sostenibles, o las capturas pueden ser mayores en el largo plazo si el esfuerzo es reducido en el corto plazo. Si el reclutamiento es bajo, la prioridad de manejo puede ser el reducir la presión sobre la población reproductora, para contener la sobreexplotación de reclutamiento. Si el nivel de biomasa es alto, quizá la prioridad sea el reducir los niveles de esfuerzo para mejorar el rendimiento por recluta, disminuyendo así los riesgos de la sobreexplotación de crecimiento. En estas pesquerías, los niveles de intervención y las acciones de manejo deben ser decisivos y oportunos.

Se analizaron 18 pesquerías que comprenden a 32 recursos y 109 especies de peces e invertebrados en 16 regiones, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe. Estas pesquerías representan el 65% del volumen de producción y aproximadamente el 67% del valor de la captura durante 1997¹. Las pesquerías que se consideraron en el estudio son:

¹ Excluyendo especies de agua dulce y plantas acuáticas.



- ▷ Océano Pacífico: camarón, atún, peces pelágicos menores, tiburones (pesquería artesanal), tiburones oceánicos, calamar gigante, abulón, langosta espinosa de Baja California, erizo y pepino de mar.
- ▷ Golfo de México y Mar Caribe: camarón, tiburones, atún, mero, pulpo, langosta del Caribe y caracol rosado.
- ▷ Aguas continentales: Lago de Pátzcuaro.

Cada capítulo del libro está dividido en tres secciones principales:

En la sección de **LA PESQUERÍA** se describen las especies que son aprovechadas. Se trata la importancia de la pesquería, la biología del recurso, 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 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, se describen los supuestos y fundamentos del modelo empleado. Bajo el subtítulo de Estado Actual de la Pesquería se le cataloga como pesquería con potencial de desarrollo, aprovechada al máximo permisible o en deterioro. El estado y la clasificación de cada pesquería está justificada con los resultados formales del modelo y apoyada 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.

Un factor que ha sido determinante para la realización de este trabajo académico, con determinaciones sobre el manejo para el desarrollo de la industria pesquera, es la experiencia acumulada a lo largo de los 35 años de vida del Instituto Nacional de la



Pesca. Este análisis no hubiera sido posible sin este sustento histórico que lo convierte en un instrumento de gestión con una naturaleza cuantitativa que hasta ahora había estado ausente en la evaluación y el manejo de nuestros recursos pesqueros. Además, la participación del mismo sector productivo, a través de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera y de la Confederación Nacional de Cooperativas Pesqueras, ha sido esencial para efectuar los muestreos, para tener programas de observadores, para obtener fondos y apoyo con los datos de capturas; todos estos elementos valiosos para todo análisis científico.

Otro elemento también determinante ha sido la integración del medio ambiente y el desarrollo sustentable como conceptos básicos en el ámbito pesquero, propiciado por el Gobierno Federal con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

En este proyecto, que la Secretaría ha considerado como prioritario para caracterizar el estado actual de las principales pesquerías de México, queda reflejado el esfuerzo y la dedicación de cerca de un centenar de personas, entre investigadores, técnicos y personal administrativo; así como también mandos medios y superiores, que participaron directamente en la elaboración de este libro.

Cabe aclarar que el libro pretende hacer aportes al manejo de los recursos pesqueros del país, específicamente desde la perspectiva técnica y científica. En este sentido, las referencias a la normatividad y el marco jurídico que se presentan en el texto no son elementos centrales, sino solo antecedentes para complementar los aspectos administrativos y descriptivos de las pesquerías.

Así, esta es una tarea actualizable cada año; al cierre de la edición de este análisis para 1997 y 1998, los efectos del fenómeno ENOS se están ya mostrando. Las capturas para la mayoría de los recursos durante 1998 han sido en general menores que las de 1997. Sin embargo, el enfoque cuantitativo del libro está basado en modelación, simulación, series de tiempo y efectos ambientales, permite que la ubicación de cada pesquería en alguna de las tres categorías de sustentabilidad sea robusta a las variaciones de corto plazo en las capturas.

Este resultado no es por otra parte definitivo, sino el comienzo de una nueva manera de gestionar nuestros recursos pesqueros. Todavía falta mucho por hacer, como el depurar, validar y actualizar la información; el analizar de una manera más profunda los aspectos sociales y económicos de la actividad pesquera, y continuar con la actualización de estas pesquerías y la evaluación de otras; tarea que habrá de completarse en los otros años.



El presente ha sido un trabajo institucional para proporcionar a la sociedad mexicana un instrumento para la gestión responsable y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros de nuestra nación.

LA PESCA EN MÉXICO

En México confluyen las regiones Neártica y Neotropical, situación biogeográfica que se expresa en una gran biodiversidad. En el caso de los recursos pesqueros, esta biodiversidad se traduce en una gran cantidad de especies susceptibles de aprovechamiento, las cuales habitan desde lagunas costeras hasta las aguas internacionales, más allá de la Zona Económica Exclusiva. Incluso en las aguas continentales se aprovechan diferentes variedades de peces, anfibios y reptiles.

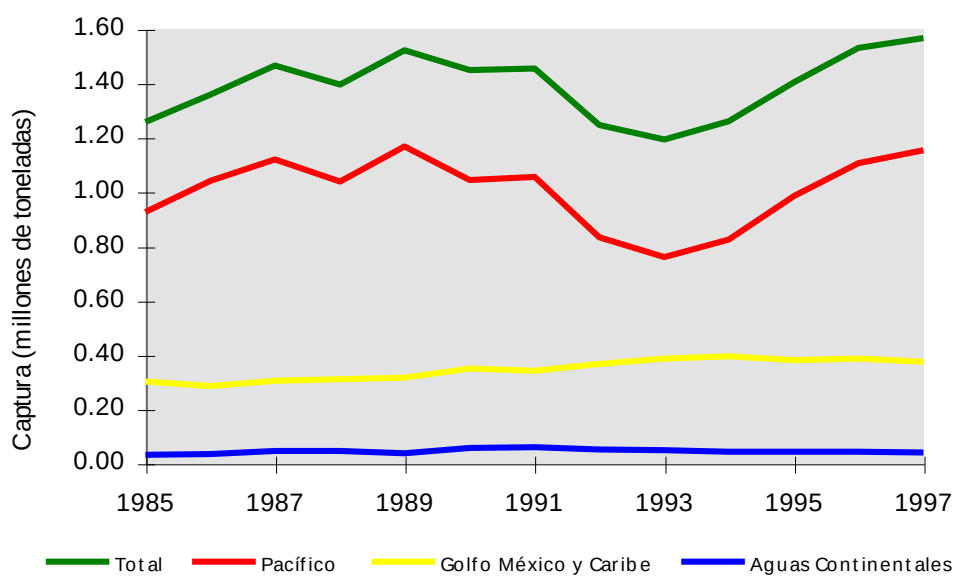


Fig. 1. Serie histórica de la producción pesquera total y por litoral en México (1985-1997). Fuente: SEMARNAP (1997).

El litoral de México es de 11,500 kilómetros y su Zona Económica Exclusiva comprende casi 3 millones de kilómetros cuadrados, además tiene 358 mil kilómetros



cuadrados de plataforma continental y 2.9 millones de hectáreas de aguas interiores, de las cuales 1.5 millones son de lagunas costeras.

México se encuentra entre los primeros 20 países durante la última década en cuanto a la captura mundial de recursos pesqueros; participa en promedio con el 1.5% del volumen de producción pesquera. El nivel máximo de captura fue alcanzado en 1981 con 1.56 millones de toneladas, lo que significó el 2.1% de la captura mundial de ese año. En 1995 tuvo el 16° lugar mundial con 1.36 millones de toneladas, es decir, el 1.2% (FSD, 1997). En 1996 se produjo un total de 1.53 millones de toneladas. En 1997 la producción total pesquera alcanzó 1.57 millones de toneladas.

La *figura 1* muestra la serie histórica de las capturas totales y por litoral en el periodo 1985-1997. Se observa claramente la importancia de las capturas en el Pacífico (74% del total) y que han aumentado significativamente durante los últimos cinco años.

En algunas pesquerías, nuestro país se ubicó en 1996 entre los primeros 10 productores en el mundo. Por ejemplo, tuvo el primer lugar en captura de mero, el quinto en erizo de mar, el sexto en tiburones y cazones, el octavo en langosta espinosa y el décimo tanto en camarón como en atunes (SEMARNAP, 1997).

En el ámbito nacional, los recursos que ocupan los primeros cuatro lugares por su volumen de producción son: los peces pelágicos menores (básicamente sardina y anchoveta), el atún, el camarón y el tiburón-cazón. A principios de los años ochenta el atún ocupó el tercer lugar junto con el tiburón-cazón, sin embargo a partir de 1985 se ubica en el segundo lugar. El camarón ha sido desplazado al tercer lugar y el tiburón-cazón al quinto lugar. Durante los dos últimos años, la pesquería del calamar ha aumentado su participación en volumen de captura, desplazando al pulpo, al mero y al camarón (Fig. 2).

La *figura 3* ilustra el cambio porcentual en la captura de 1996 con respecto al máximo histórico. El pulpo, el atún y el calamar han tenido un incremento del 26.7%, 20.6% y 71.4% respectivamente. Pero por otro lado, hay recursos que presentan una disminución relativa al máximo histórico. Tal es el caso del abulón con una disminución del 63.3%, el erizo con 53.2%, la sardina-anchoveta con 38.4%, el mero con 40.2%, la langosta con 25%, el caracol con 13.6%, el camarón con el 12.5% y el tiburón-cazón con el 8.2%.



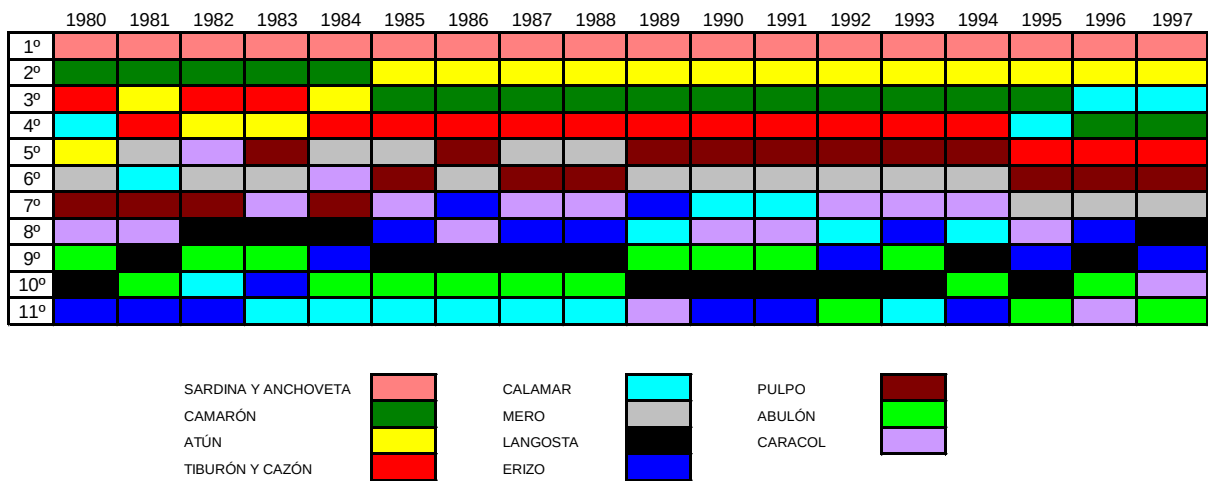


Fig. 2. Lugar en el volumen de producción de las principales pesquerías mexicanas. Fuente: SEMARNAP (1997).

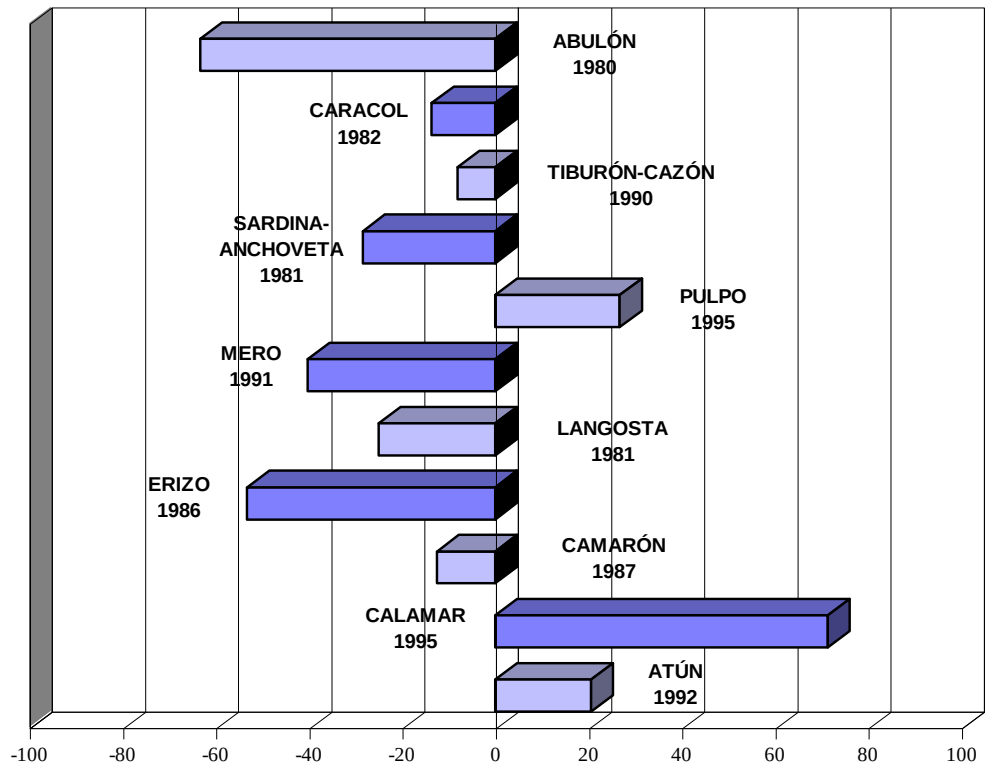


Fig. 3. Cambio porcentual en la captura de 1996 con respecto al máximo histórico. El año correspondiente al máximo histórico está señalado junto al nombre del recurso. Fuente: SEMARNAP (1997).



En cuanto al valor de la pesca en México, esta industria aportó en 1996 7,630 millones de pesos, lo que equivale al 0.7% del Producto Interno Bruto y emplea alrededor del 1.3% de la población ocupada total, tanto en sus sectores de captura, como de transformación y de comercialización. En cuanto al valor de la producción pesquera de especies marinas en 1996, destacan el camarón, el atún, el pulpo, el tiburón-cazón, el calamar, la langosta y el abulón. La *figura 4* muestra la proporción relativa del valor entre las especies marinas en 1996. Las 18 pesquerías abordadas en este estudio constituyen el 69%. La pesquería de sardina-anchoveta, que tiene los primeros lugares en volumen capturado, no figura entre las primeras en valor puesto que su cotización en el mercado es baja en comparación con otras especies que no son masivas, como el pulpo, el erizo o el abulón. Los recursos pesqueros que han tenido el valor promedio de exportación más alto entre 1980 y 1996 son el camarón, el atún, el abulón y la langosta (SEMARNAP, 1997).

Esta variabilidad en volúmenes de producción se debe al impacto del ambiente y al desarrollo y capacidad de la actividad. Por ejemplo, al principio de las décadas de 1980 y de 1990 hubo una disminución de la producción pesquera que se puede atribuir en gran parte a factores climáticos, como lo es el fenómeno de **El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)**. Cuando en 1981 y 1989 se obtuvieron los más altos niveles de captura total (1.56 y 1.52 millones de toneladas, respectivamente) en 1983 y 1993 se regis-

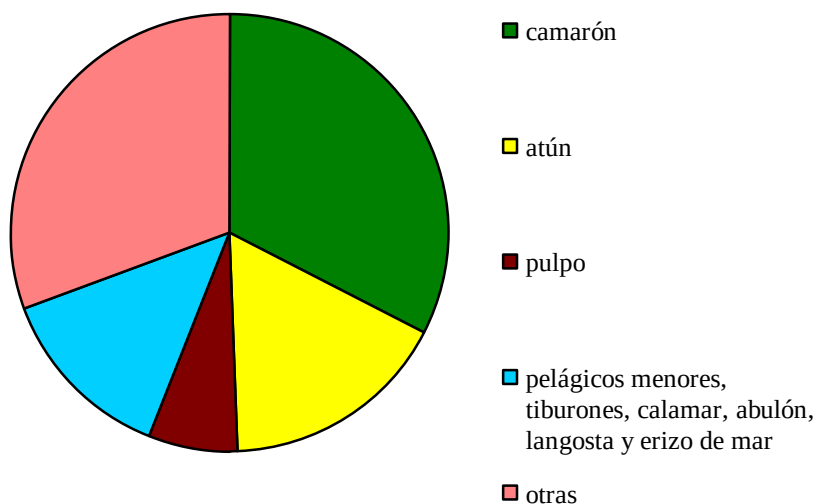


Fig. 4. Proporción relativa de las pesquerías marinas más valiosas en México. Fuente: SEMARNAP (1997).

traron las producciones más bajas del periodo 1980-1995 (1.07 y 1.09 millones de toneladas, respectivamente). Estas últimas cifras coinciden con efectos de la presencia de fenómenos ENOS.

El consumo per cápita de productos pesqueros es, según SEMARNAP (1997) de 9.01 kg para consumo directo y de 2.46 kg para el indirecto. Sin embargo Nadal Egea (1996) considera estas cifras como sobrestimadas.

En cuanto a la capacidad de extracción en la actividad, entre 1980 y 1996, el número de barcos registrados se ha mantenido en alrededor de 3,400, mientras que la flota ribereña o menor, compuesta principalmente de pangas de seis a ocho metros de eslora con una tonelada de capacidad de acarreo, se ha incrementado en un 227% y constó de 73,638 embarcaciones registradas oficialmente en 1996 (SEMARNAP, 1997). Sin embargo, cifras preliminares de un censo reciente revelan que para 1997 esta cifra superaba los 100,000 pangas. La *figura 5* muestra el cambio relativo que han tenido ambas flotas en este periodo.

La llamada flota menor equivale al 96% del total de embarcaciones en el país y alrededor del 23% del total de capacidad de acarreo (73,600 t) de la flota mexicana; el restante corresponde a la flota mayor, principalmente camaroneros y flota de escama, de sardina-anchoveta y de atún. El sector privado posee el 52% de toda la flota mexicana, el sector social el 47% y el sector público menos del 1% (SEMARNAP, 1997).

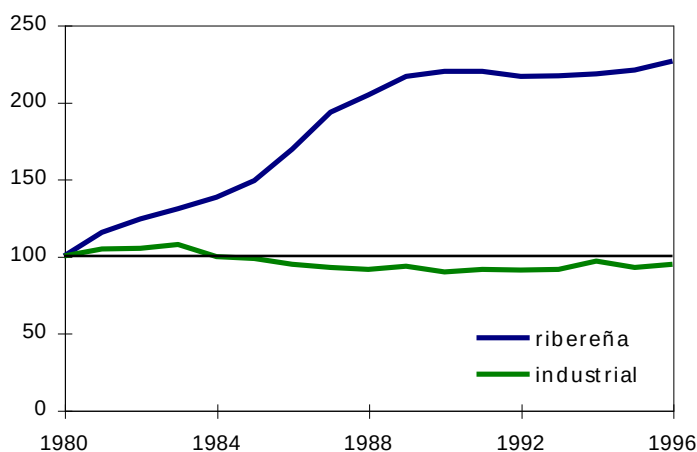


Fig. 5. Cambio relativo (1980 = 100) en el número de embarcaciones para la flota ribereña y la artesanal. (Fuente: SEMARNAP 1997).



Es difícil estimar el esfuerzo real y la mortalidad por pesca que se ejerce sobre los recursos pesqueros, ya que el número de embarcaciones por sí solo no es representativo. Por ejemplo, aunque no haya aumentado el número de barcos pesqueros de altura, su capacidad de carga, su potencia, el tamaño de sus redes, las tecnologías en búsqueda de stocks sí han mejorado significativamente. De igual manera, la flota ribereña, además de haber aumentado en lanchas, ha aumentado en autonomía, número de viajes de pesca, número de horas pescando, número de anzuelos e incluso, capacidad de carga.

NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN ADMINISTRACIÓN PESQUERA

Sustentabilidad y pesca responsable

En los últimos años la palabra sustentabilidad ha adquirido gran relevancia en el manejo de los recursos naturales, sin embargo este término, según Ludwig (1993) se ha mencionado desde mediados del siglo pasado. En 1972, cuando se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano se retomó el concepto para que, quince años más tarde, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo definiera al desarrollo duradero o sustentable como *“el proceso para lograr la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades”*.

A partir de aquí se ha escrito un gran número de publicaciones que analizan y redefinen el concepto y así como lo mencionan Meyer y Helfman (1993), las implicaciones de éste dependen del contexto en el cual sea utilizado. Por ejemplo, para los recursos acuáticos, el 94º Comité sobre Pesquerías de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura definió al desarrollo sustentable como *“el manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación del cambio institucional y tecnológico de tal forma que se asegure la satisfacción continua de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras”* (Caddy y Mahon, 1995). Puede observarse que ésta no es más que una modificación a la definición arriba citada.

Una de las críticas más severas ha sido la de Ludwig *et al.* (1993), quienes concluyen que hay que desconfiar de la llamada sustentabilidad porque la variabilidad en la dinámica de las poblaciones hace que no puedan ser manejadas con certeza y por lo tanto son inevitablemente sobreexplotadas, muchas veces de manera irreversible. Rosenberg *et al.* (1993) respondieron a esta crítica afirmando que el manejo sustentable



tanto en pesquerías como para otros recursos naturales es todo un reto pero que sí es alcanzable. Es indudable que Ludwig *et al.* (1993) consideraron el concepto en una de sus múltiples definiciones, relacionándolo más con el concepto de máximo rendimiento sostenible (MRS), que con las definiciones posteriores.

El manejo sustentable de recursos aislados no es factible, la única forma de lograrlo es mediante el manejo integral de los mismos. A pesar de que tampoco es factible realizar un cambio radical para lograr el desarrollo sustentable, existe un proceso transitorio (SEMARNAP, 1996) y en particular en el caso de los recursos pesqueros éste se basa en el Código de Conducta para la Pesca Responsable. La Declaración de Cancún, realizada en mayo de 1992 dentro de la Conferencia Internacional sobre Pesca Responsable, inició el desarrollo de este código internacional voluntario. Este incluyó ciertos principios y protocolos para fomentar la conservación, el manejo y el desarrollo de las pesquerías pero promoviendo los intereses tanto económicos como conservacionistas de los países (FAO, 1995a). El Programa de Pesca y Acuicultura 1995-2000 del Gobierno Federal ha tomado estos principios en sus objetivos.

En general, la sustentabilidad no ha sido alcanzada en muchos casos debido a que no se han efectuado cambios en conceptualización o no se ha desarrollado un marco de toma de decisiones en pesquerías que incluya aspectos biológicos, socioeconómicos, políticos y operativos (Stephenson y Lane, 1995). Los problemas son aún mayores cuando se trata de una nación en vías de desarrollo (Arenas y Díaz de León, 1997).

Se debe reconocer la complejidad de los sistemas pesqueros para lograr un manejo sustentable y sobretodo se debe aceptar, como lo indica Charles (1994) que la sustentabilidad es un proceso continuo en el que van implícitos diversos elementos: enfrentar la incertidumbre, tratar con la complejidad, mejorar el control local, establecer derechos de propiedad adecuados y combinar planeación interna con una diversificación económica externa.

En este sentido, la administración, el manejo y la investigación de las pesquerías en el mundo está en un periodo de transformación. La estabilización de las capturas, el reconocimiento de los gobiernos y la industria sobre el exceso de capacidad pesquera y la preocupación ambiental como factores para el desarrollo armónico de la industria son en este momento factores de consideración ineludibles (Berril, 1997; Garcia y Grainger, 1997; Speer *et al.*, 1997). Por otra parte, los métodos tradicionales de administración han resultado en general inflexibles o poco oportunos para contener la presión sobre los recursos pesqueros, lo que ha obligado a científicos y administradores a adoptar nuevos enfoques de investigación y manejo (FAO, 1995b).

El debate que se da a cabo para encontrar como culpable de bajas en la producción pesquera a la mortalidad por pesca o al ambiente se da con mucha frecuencia en los foros mundiales sobre pesquerías (Everett, 1997; Berril, 1997). Hoy en día es plena-



mente reconocido que la pesca sí tiene un efecto negativo en las poblaciones de los recursos acuáticos (Hilborn *et al.*, 1995) y que, además, se deben aplicar medidas correctas de manejo pesquero para enfrentar los cambios en las poblaciones que se deben a las condiciones ambientales (Walters y Parma, 1996). El Código de Conducta para la Pesca Responsable ha sido planteado para dar cabida a la preocupación ambiental en la pesca y para contrarrestar las experiencias negativas en la historia de manejo de las pesquerías mundiales.

Así, los nuevos enfoques de la ciencia pesquera mundial buscan evitar problemas como la sobrecapitalización y el colapso de los recursos que soportan pesquerías de importancia, que amenazan el mantenimiento de la pesca como actividad productiva. Con los elementos disponibles y la mejor ciencia se han de efectuar pronósticos, basados en proyecciones que emplean los conocimientos de la dinámica de la pesquería para establecer puntos de referencia. Estas proyecciones son útiles en evaluar las posibles consecuencias de las acciones de administración.

Conceptos como el Rendimiento Máximo Sostenible, que antes eran la única base para la administración, son ahora empleados sólo como un elemento más dentro de una nueva estrategia de manejo cuya base es la modelación dinámica y que considera explícitamente la incertidumbre asociada a las estimaciones; pero también -elemento nuevo- la incertidumbre asociada a las acciones de manejo, incorporando así la evaluación del riesgo en la toma de decisiones, factor que previamente no era explícito y ni siquiera estimado (FAO, 1995b). Estos conceptos, fortalecidos por el establecimiento de puntos de referencia biológicos y usados en conjunción con instrumentos novedosos en el manejo de recursos pesqueros como la teoría de decisiones, el análisis de riesgo, el manejo adaptativo y el enfoque precautorio, constituyen la base metodológica de las determinaciones cuantitativas sobre pesquerías en este libro. Los conceptos teóricos desarrollados durante los últimos quince años, como es el uso de modelos dinámicos, ahora se pueden poner en práctica gracias al advenimiento de computadoras mas rápidas y accesibles (Megrey y Moskness, 1996).

Los Puntos de Referencia en Manejo de Pesquerías

Un elemento de renovado uso en la investigación y la administración pesqueras son los Puntos de Referencia (Caddy y Mahon 1995). La base conceptual y el uso de los Puntos de Referencia se ha transformado para establecer estándares de estado de la pesquería que se intentan alcanzar o imponer límites a la situación de la pesquería que pretenden evitar. El conocimiento de estos valores es usualmente el resultado de análisis técnicos y se usa en conjunto con las predicciones como un instrumento para guiar las decisiones entre las distintas alternativas de administración.

Los Puntos de Referencia se eligen con base en los objetivos y enfoques de la administración. Por ejemplo, si nuestro objetivo es maximizar el rendimiento económico



se elegirá un Punto de Referencia monetario. Si el enfoque de la administración es precautorio se elegirán Puntos de Referencia que impliquen bajo riesgo. Se elegirán los Puntos de Referencia para los parámetros de estado de la pesquería sobre los cuales se tenga una información razonablemente completa. Si, por ejemplo, no se cuenta con un conocimiento básico sobre la biología reproductiva de un recurso, sería útil intentar usar un Punto de Referencia relacionado con este aspecto. Igualmente, si el valor del parámetro para el cual se eligió el Punto de Referencia es muy difícil de estimar con cierta precisión será poco factible basar en éste las acciones de administración.

Los Puntos de Referencia Blanco (PRB) u objetivo han sido la base, hasta años recientes, de la administración de los recursos pesqueros. Por ejemplo, bajo los supuestos del Modelo de Schaefer, la relación entre el esfuerzo de pesca (la intensidad de la misma) y el rendimiento (expresado en biomasa capturada o en términos monetarios) tiene la forma de una parábola (Fig. 6).

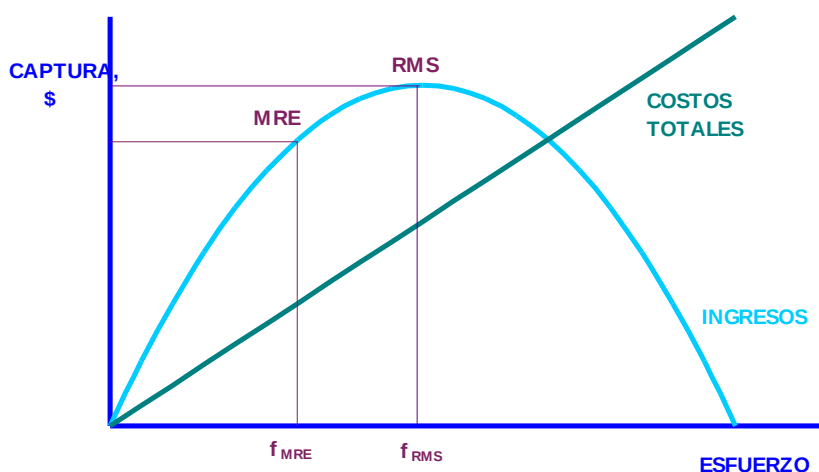


Fig. 6. Parábola de Schaefer que muestra el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) y el Máximo Rendimiento Económico (MRE) como posibles Puntos de Referencia para manejo de pesquerías.

Si nuestro objetivo de administración es obtener la máxima captura, se elegirá como Punto de Referencia el Rendimiento Máximo Sostenible y como estrategia de administración el mantener el esfuerzo de pesca en el valor donde se encuentre ese valor del rendimiento (f_{RMS}). Si nuestro objetivo fuera maximizar el rendimiento económico neto, se elegiría el punto de la parábola donde la diferencia entre el valor de la captura y el de los costos de extracción es mayor. Ese punto, el Máximo Rendimiento Económico (MRE), se elegirá como Punto de Referencia con su correspondiente valor de esfuerzo



de pesca (f_{MRE}), el cual, como se aprecia en la *figura 6* es teóricamente menor al nivel de esfuerzo necesario para obtener el RMS.

Estos son ejemplos de Puntos de Referencia Blanco en los que el riesgo es alto, ya que se espera la ocurrencia del mejor caso posible para conseguir el objetivo de administración. Es decir, cualquier otra circunstancia hará que el objetivo de manejo no se cumpla. Sin embargo, dada la incertidumbre inherente a los sistemas ecológicos es difícil conocer el valor real del RMS, por lo que es preferible utilizar un análisis de riesgo con el uso de probabilidades. Un problema, como ya se mencionó, sería sobrestimar el PRB incrementando la posibilidad de sobreexplotar la pesquería y por otro lado, el subestimarlos significaría un costo de oportunidad para la industria pesquera.

Para contrarrestar las deficiencias de los PRB, se han desarrollado y adaptado recientemente los Puntos de Referencia Límite o PRL (Mace, 1994). Al establecer un PRL el objetivo de la administración se deja de cumplir si el valor de algún parámetro de la pesquería es sobrepasado. Con el uso de los Puntos de Referencia Límite, se intenta evitar llegar a un punto donde exista un riesgo alto para el recurso explotado y, por lo tanto, para la Sustentabilidad de la pesquería. Por ejemplo, una razón por la que el basar la administración sólo en PRB puede no ser la estrategia adecuada es que los fenómenos naturales son inherentemente variables, es decir, no en todas las ocasiones se presentarán las mejores condiciones posibles (Orians, 1993).

Un ejemplo de PRL, el llamado F_{med} , ilustra los nuevos enfoques que están siendo adoptados en la administración pesquera mundial (García, 1996). El F_{med} es la mortalidad causada por pesca que permite que la relación del número de reproductores en la población explotada y los descendientes que alcanzan la misma edad sea mayor a uno el 50% de las veces. Así, si se divide el número de "hijos" en la nueva generación que entra a la pesquería entre el número de "padres" en la generación previa y el resultado es mayor a uno, la población está creciendo y, si es menor a uno está disminuyendo. Si se escoge una mortalidad por pesca que resulte en que el número de hijos sea aproximadamente el mismo que el número de padres, se estará permitiendo que la población permanezca alrededor del mismo nivel a largo plazo. En este caso, el énfasis se encuentra más en la conservación a largo plazo de la pesquería que en el obtener los beneficios máximos posibles al corto plazo.

Sin embargo, el proceso de adopción de este tipo de Puntos de Referencia implica el realizar estudios para obtener la información necesaria para establecerlos. Esta es una de las razones por las que su aplicación aún no se ha generalizado en el ámbito mundial.

Los desarrollos sobre puntos de referencia se han dado en paralelo con el de otras herramientas de la ciencia pesquera moderna tales como el llamado Enfoque Precautorio y el Análisis de Riesgo.

El Enfoque Precautorio (FAO, 1995b) consiste en elegir las alternativas de manejo que impliquen un riesgo menor en comparación a otras, ante incertidumbre sobre las variables involucradas en la decisión. Este enfoque ha sido enfatizado en años recientes en la administración pesquera debido a la gran variabilidad de los eventos ambientales que afectan la producción de una pesquería y el grado inherentemente alto de incertidumbre en las estimaciones de los parámetros de su dinámica.

La administración pesquera implica generalmente el tomar una decisión a partir de varias opciones para implantar medidas de manejo. Algunas de estas medidas son mostradas en la *figura 7*. Sin embargo, existe un grado de incertidumbre asociada a los procesos intrínsecos de la pesca. Por un lado, las poblaciones de recursos pesqueros varían en un ambiente sumamente dinámico y por el otro, el sector pesquero se enfrenta a cambios sociales y políticos y a variaciones en el comportamiento de los consumidores y a la fluctuación de los precios. Por ello, cada decisión que se tome implica un riesgo. La importancia de las decisiones de administración pesquera requieren de mecanismos y herramientas formales que nos permitan enfrentar todos estos aspectos.

La Teoría de Decisión con incorporación de técnicas Bayesianas y las técnicas del Análisis de Riesgo, constituyen esa herramienta. Estas técnicas cobran más importancia cada día en la ciencia y administración pesquera mundial (Huppert, 1996). La Teoría de Decisión permite evaluar el grado de incertidumbre y el papel que tendría en el proceso de la toma de decisiones. Con un Análisis de Riesgo se toma en cuenta la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias posibles de la decisión a tomar, con relación a una estrategia particular de manejo expresada como Punto de Referencia. Tal decisión se basa en una evaluación estadística de la probabilidad de que como resultado de una acción de administración ocurran eventos no deseables para el desarrollo de la pesquería. Esta evaluación proporciona elementos de juicio para la toma de decisiones bajo incertidumbre.



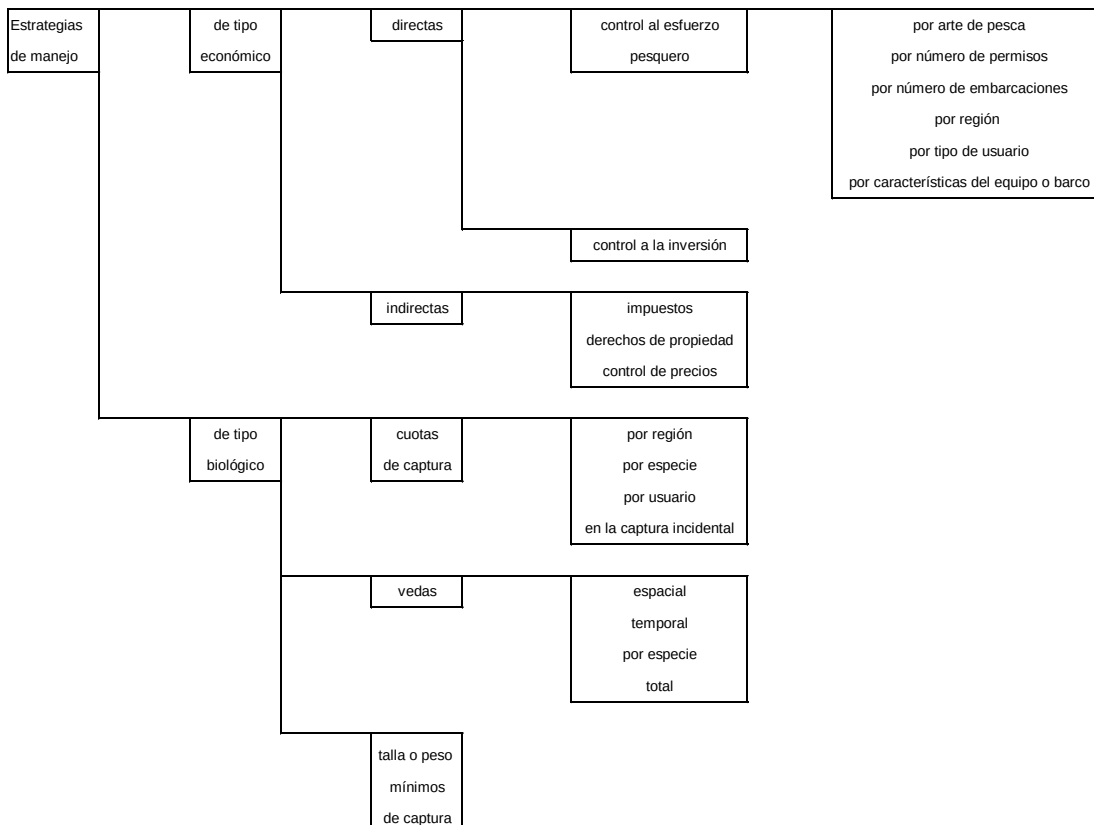


Fig. 7. Principales medidas de manejo en pesquerías (modificado de Arnason, 1993).

Tendencias en Modelación

Es claro que para complementar los enfoques descritos, será necesario llevar a cabo análisis cuantitativos por medio de modelos matemáticos. Éstos son representaciones de la realidad y varían de acuerdo con su complejidad, utilidad, métodos de derivación y por el costo que representa la obtención de los datos que requieren (Poole, 1974).

Los modelos matemáticos han sido aplicados regularmente para la evaluación y el manejo de las pesquerías desde la década de los años cincuenta, cuando M. Schaefer aplicó las ideas de Verhulst y Pearl sobre la noción de la biomasa en equilibrio en un sistema pesquero, generando lo que se conoce como modelos globales o de producción excedente (Schaefer, 1957). Estos modelos han resurgido recientemente; pero en una versión dinámica -cuando no están en equilibrio, forma mucho más útil y flexible para el manejo de los recursos pesqueros (Hilborn y Walters, 1992). Esta modificación da respuestas más cercanas a la realidad. La importancia de este de-



sarrollo relativamente reciente o simulación dinámica, radica en el hecho de que, cuando anteriormente se estimaba el RMS y otros parámetros suponiendo al sistema en equilibrio utilizando una regresión lineal, en cambio ahora, el uso de las computadoras permite su estimación no lineal y probabilística por medio de algoritmos de optimización iterativa, como el método de Newton (Hilborn, 1996). Polacheck *et al.* (1993) demostraron que el supuesto en equilibrio sobrestima el valor del RMS, lo que resulta riesgoso ya que la pesquería sería sobreexplotada con un Punto de Referencia erróneo. Punt y Hilborn (1996) dan una serie de ejemplos prácticos de modelos dinámicos de biomasa.

La flexibilidad de estos modelos dinámicos permite incluso hacer modificaciones para aproximar en detalle la dinámica y la respuesta de los recursos, por ejemplo incluir las anomalías térmicas del océano, las cuales afectan a la biomasa del stock; ejemplos de este enfoque se encontrarán en los capítulos que tratan sobre invertebrados bentónicos como el erizo de mar y el abulón.

El enfoque dinámico también ha sido aplicado a otros tipos de modelos, como los que simulan la estructura de edades de las poblaciones. En éstos se incluyen aspectos específicos del ciclo de vida de las especies como la tasa de mortalidad, la sobrevivencia y el peso promedio para cada edad. Algunos modelos estructurados por edades que se emplean en este documento son el CANSAR, el análisis de cohortes o VPA y los de rendimiento por recluta.

La variedad de modelos aplicados a pesquerías es grande ya que se debe de tomar en cuenta la naturaleza de los datos y las características del ciclo de vida de los recursos vivos. Así, en los capítulos del presente libro se encontrarán otras clases de modelos, como los espaciales, los demográficos y los de agotamiento de las cohortes. Además se cuenta ya con la capacidad de estimar parámetros sin la necesidad de las regresiones lineales y, además, de incorporar información auxiliar que puede ayudar a modelar de manera más efectiva a las poblaciones de recursos pesqueros (Hilborn, 1996). Por ejemplo, ahora se pueden utilizar los datos obtenidos de los muestreos de campo para incorporar abundancias relativas, se pueden incorporar datos de captura y esfuerzo a modelos de rendimiento por recluta, se puede agregar una relación stock-reclutas a un análisis de cohortes, se pueden agregar las anomalías térmicas de la superficie oceánica a modelos de biomasa. Esta gama de posibilidades permite la predicción y evaluación del estado de una pesquería. Asimismo se puede simular una serie de opciones de manejo para demostrar si el esfuerzo aplicado hoy en día es excesivo u óptimo.

Sin embargo, el éxito de los modelos matemáticos para obtener buenas simulaciones o predicciones de las medidas administrativas para reglamentar el uso de los stocks pesqueros depende de la naturaleza misma de los datos. Si éstos son confiables, los modelos aportarán resultados más cercanos a la realidad. Para eso, los modelos se deben validar o confrontar por medio de técnicas estadísticas.



Validación y Pronóstico

Los modelos deben ser confrontados con los datos para obtener su validación (Hilborn y Mangel, 1997). La técnica más sencilla es por medio de la suma de los mínimos cuadrados, la cual ofrece un ajuste a los datos sin supuestos sobre la incertidumbre en el sistema. Sin embargo, hay muchos casos en los cuales sí se puede asumir que las fuentes de incertidumbre están estadísticamente distribuidas de manera normal. Es en esta situación cuando se pueden utilizar métodos de máxima verosimilitud para calcular intervalos de confianza. Esta técnica forma la base para el análisis bayesiano.

La estadística bayesiana emplea dos tipos de información: a) información anterior; esto es, todo lo que se conoce acerca de factores responsables de los cambios de un recurso y b) información actual, todo lo que se obtiene de muestreos en tiempo real. Con base en la información anterior y en la información actual se puede entonces pronosticar hacia el futuro con probabilidad de ocurrencia de un evento.

Los pronósticos constituyen la base de la toma de decisiones. Las acciones de manejo tendrán mayor utilidad y menor riesgo si se acierta en las predicciones. El concepto Bayesiano provee entonces información posterior en términos de probabilidad, la cual es utilizada para la toma de decisiones. El rango de variación y confiabilidad de las predicciones de un modelo se basa en su capacidad para describir los datos observados. Si se describe de manera satisfactoria los datos observados, entonces también son confiables los pronósticos.

Este enfoque reconoce la presencia de incertidumbre en los procesos de evaluación de recursos pesqueros. Por consiguiente, las decisiones que se toman con esa evaluación pueden estar sujetas a error, y el error significa el riesgo de no cumplir con los Puntos de Referencia en los cuales se ha enmarcado la estrategia de manejo. Cuando la incertidumbre está presente, la única forma de medirla y usarla es en términos de probabilidad. Este enfoque permite tomar una decisión robusta con la mínima información disponible, sea esta de estudios anteriores o únicamente con la información actual.

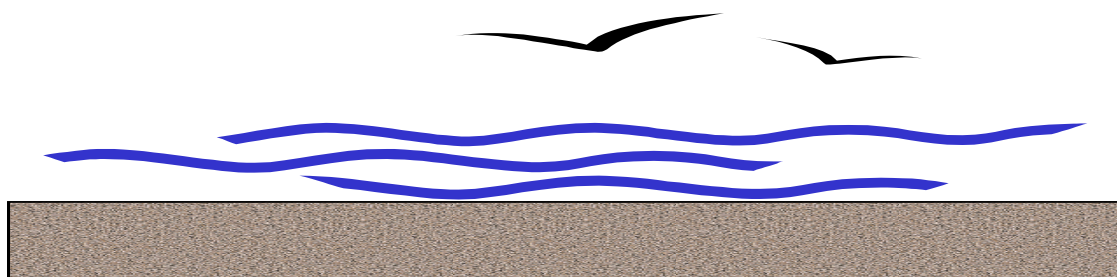
El uso de estos nuevos enfoques y herramientas ha sido la pauta de la investigación y el manejo de los recursos pesqueros en México en años recientes. Ejemplos de la aplicación de estas técnicas se encuentran en el manejo de las pesquerías de camarón, abulón, erizo, pulpo y calamar entre otras.

En el caso del calamar gigante (Arenas y Díaz de León, 1997), un stock de calamar gigante se desarrolló en las aguas del Golfo de California en grandes cantidades y se



alcanzaron capturas récord. Se estableció un PRL (escape del 40% de la biomasa reproductora), un análisis de riesgo y se llevó a cabo la estimación de biomasa directa por medio de un crucero de prospección. Se determinó que la presión de pesca no pondría en riesgo al stock reproductor. Estos análisis, aunados a consideraciones económicas, determinaron las medidas de manejo para la pesquería en esa temporada.

Los detalles sobre estas investigaciones se encuentran en los capítulos del presente documento.



REFERENCIAS

- Arenas F. P. y A. Díaz de León C. 1997. How to achieve sustainable fisheries development in a developing country: the case of Mexico. In: Hancock, D.A., D.C. Smith, A. Grant, J.P. Beumer (editors). *Developing and Sustaining World Fisheries Resources*. Second World Fisheries Congress, CSIRO. Brisbane, Australia: 586-592.
- Arnason, R. 1993. Fisheries management: recent international developments. *Marine Policy* 17 (5): 334-339.
- Berrill, M. 1997. *The plundered seas: can the world's fish be saved?* Sierra Club Books, San Francisco.
- Botsford, L.W., J.C. Castilla y C.H. Peterson. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* 277: 509-515.
- Caddy, J.F. y R.C. Griffiths. 1995. Living marine resources and their sustainable development: some environmental and institutional perspectives. *FAO Fisheries Technical Paper* 353: 1-167.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper*: 1-83.
- Charles, A.T. 1994. Towards Sustainability: the Fishery Experience. *Ecological Economics* 11: 201-211.
- Everett, J.T. 1997. Fisheries and climate change: the IPCC second assessment. In: Hancock, D.A., D.C. Smith, A. Grant, J.P. Beumer (editors). *Developing and sustaining world fisheries resources: the state of science and management*. Second World Fisheries Congress. CSIRO, Australia: 109-115.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1995a. *Code of Conduct for responsible Fisheries*. FAO Rome.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1995b. *Precautionary Approach to fisheries. Part 1: Guidelines on the Precautionary Approach to capture fisheries and species introductions*. *FAO Fisheries Technical Paper* 350 (1): 1-52.
- FSD (Fisheries Statistics Division). 1997. *Fisheries of the United States, 1996*. NMFS, NOAA, US Department of Commerce, Washington, D.C.

- Garcia, S. 1996. Stock-recruitment relationships and the precautionary approach to management of tropical shrimp fisheries. *Marine and Freshwater Research* 47: 43-58.
- Garcia, S.M. y R. Grainger. 1997. Fisheries management and sustainability: a new perspective of an old problem? In: Hancock, D.A., D.C. Smith, A. Grant, J.P. Beumer (editors). *Developing and Sustaining World Fisheries Resources*. Second World Fisheries Congress, CSIRO. Brisbane, Australia: 631-654.
- Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162: 1243-1248.
- Hilborn, R. 1996. Computers in fisheries population dynamics. In: Megrey, B.A. & E. Moskness (editors). *Computers in fisheries research*. Chapman and Hall, London and New York: 176-193.
- Hilborn, R. y M. Mangel. 1997. *The ecological detective: relating models to data*. Princeton University Press. Princeton.
- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, uncertainty, and dynamics*. Chapman and Hall, New York.
- Hilborn, R., C.J. Walters y D. Ludwig. 1995. Sustainable exploitation of renewable resources. *Annals of the Review of Ecological Systems* 26: 45-67.
- Huppert, D.D. 1996. Risk assessment, economics, and precautionary fisheries management. In: FAO (editor). *Precautionary Approach to fisheries. Part 2: Scientific contributions*. FAO Fisheries Technical Paper 350 (2): 103-127.
- INP (Instituto Nacional de la Pesca). 1992. *Atlas Pesquero de México*. SEPESCA, México.
- Ludwig, D. 1993. Environmental sustainability: magic, science, and religion in natural resource management. *Ecological Applications* 3 (4): 555-558.
- Ludwig, D., R. Hilborn y C.J. Walters. 1993. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: lessons from history. *Science* 260: 17-36.
- Mace, P.M. 1994. Relationships between common biological reference points used as threshold and target for fisheries management



- strategies. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 51: 110-122.
- Megrey, B.A. y E. Moskness (editors) 1996. Computers in fisheries research. Chapman and Hall, London and New York.
- Meyer, J.L. y G.S. Helfman. 1993. The ecological basis of sustainability. Ecological Applications 3 (4): 569-571.
- Nadal Egea, A. 1996. Esfuerzo y captura. El Colegio de México, México.
- Orians, G.H. 1993. Ecological concepts of sustainability. Environment 32 (9): 10-15, 34-39.
- Polacheck, T., R. Hilborn y A.E. Punt. 1993. Fitting surplus-production models: comparing methods and measuring uncertainty. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 50: 2597-2607.
- Poole, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill, New York.
- Punt, A. y R. Hilborn. 1996. Biomass dynamic models: User's manual. FAO Computerized Information Series Fisheries 10: 1-62.
- Rosenberg, A.A., M.J. Fogarty, M.P. Sissewine, J.R. Beddington y J.G. Shepherd. 1993. Achieving sustainable use of renewable resources. Science 262: 828-829.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1: 27-56.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996. México: la transición hacia el desarrollo sustentable. SEMARNAP, México.
- SEMARNAP. 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. SEMARNAP, México.
- Speer, L., K. Garrison, K. Lonergan, A. Notthoff, W. Pulling, K. Powell, S. Chasis y P. Stokstad. 1997. Hook, line, and sinking: the crisis in marine fisheries. Natural Resources Defense Council, New York.
- Stephenson, R.L. y D.E. Lane, 1995. Fisheries management science: a plea for conceptual change. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 52: 2051-2056.



Walters, C.J. y A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 53: 148-158.



EL EVENTO EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) 1997-1998 Y LOS RECURSOS PESQUEROS DE MÉXICO



A partir del mes de marzo de 1997, se desarrolló en diversos puntos del océano Pacífico, una perturbación oceánica y atmosférica (el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur, ó ENOS), que se conoce comúnmente como “El Niño” y se presenta a intervalos de 4 a 7 años y con duración variable. Este fenómeno produce cambios climáticos en extensas zonas del planeta y modificaciones e impactos importantes en ecosistemas marinos y terrestres. El fenómeno se manifestó con toda su fuerza en nuestro país entre junio de 1997 y marzo de 1998 y según los pronósticos se disparará hacia finales de noviembre de 1998.

El ENOS es una anomalía climática en el Océano Pacífico, derivada de irregularidades en el acoplamiento océano-atmósfera en el Pacífico Ecuatorial. Es un fenómeno de repercusión global, y con características distintas cada vez que se presenta.

El patrón climático normal en el océano Pacífico (Fig. 1, arriba) consiste de un sistema de alta presión situado en la atmósfera frente a las costas de Sudamérica, y un sistema de baja presión sobre el Norte de Australia e Indonesia. La diferencia de presión en estos sistemas produce los vientos alisios, que fluyen de América hacia Asia, arrastrando y acumulando agua del Pacífico Occidental hacia el Pacífico Oriental y generando las corrientes ecuatoriales. El agua que permanece en las costas de América es relativamente fría, rica en nutrientes con una termoclina (la profundidad a la que la capa de agua cálida y relativamente pobre de la superficie se separa del agua fría y rica de la subsuperficie) poco profunda que facilita los procesos de surgencia y productividad biológica en las costas del Continente Americano.

Durante las condiciones anómalas del ENOS (Fig. 1, abajo) se presenta un patrón inverso: los vientos alisios se debilitan, las corrientes ecuatoriales incluso llegan a cambiar de dirección, el agua caliente se acumula en las costas de Sudamérica, las surgencias y la productividad biológica disminuyen, el nivel medio del mar aumenta y la termoclina se profundiza en el Pacífico Oriental.

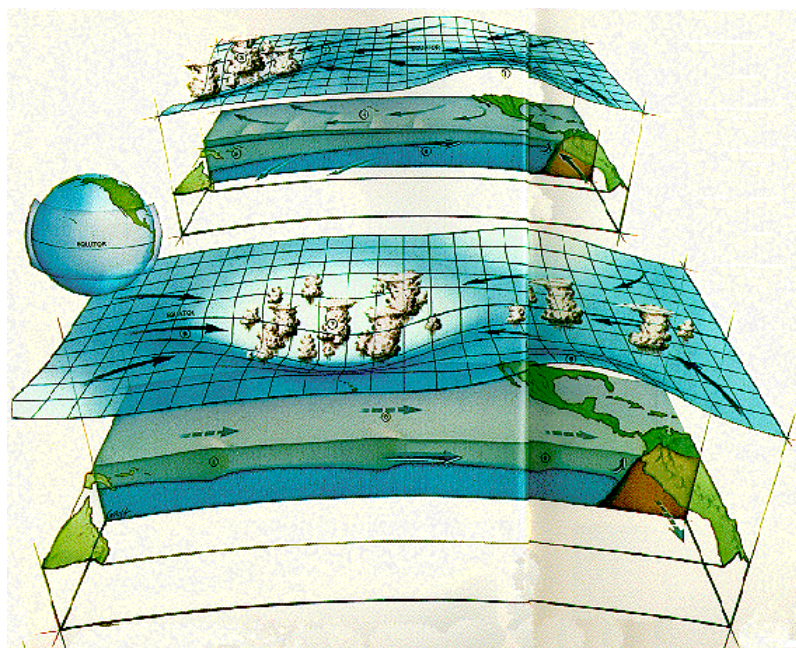
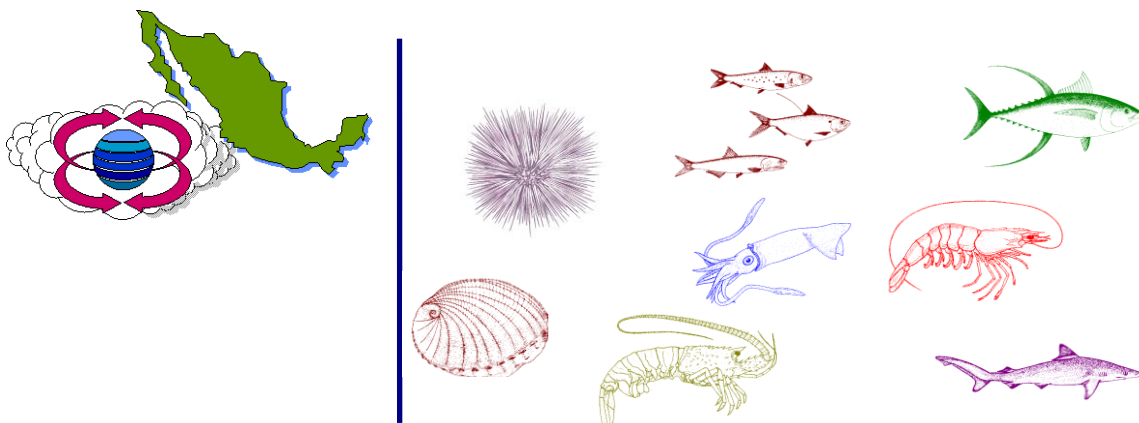


Fig. 1. Patrón climático normal en la figura superior; las alteraciones producidas por “El Niño” se encuentran en la figura inferior. Fuente: *National Geographic*, 1997

Todo parece indicar que el ENOS 1997-1998 es el más intenso registrado hasta ahora; 1997 fue el año más cálido en el registro histórico a nivel mundial. El último evento ENOS se presentó en 1990-1991, y el más intenso hasta antes del presente se registró en 1982-1983.

La influencia e impacto del ENOS en México es relativamente menor que en las zonas ecuatoriales, aunque su manifestación está igualmente relacionada con el calentamiento de las aguas del Pacífico septentrional. En los años en que se presenta el ENOS, además de las manifestaciones oceánicas, (especialmente temperaturas más altas que lo normal en la columna de agua), tiende a aumentar la probabilidad de huracanes intensos en las costas del Pacífico. Durante la primera parte de la temporada de lluvias, éstas se presentan con menor precipitación que la normal. Por otro lado, en el noroeste del país, las lluvias invernales aumentan de manera importante. Se producen sequías y grandes masas de aire frío en la mesa central y en el norte de nuestro país. Se pueden asimismo presentar tormentas súbitas en lapsos muy cortos, aguaceros torrenciales e inundaciones, extendiéndose la temporada de huracanes.



EFFECTOS DE ENOS SOBRE LOS RECURSOS PESQUEROS

Todos los fenómenos y disrupciones de los patrones climáticos normales en el océano y la atmósfera descritos repercuten sobre la abundancia y la distribución de los recursos marinos en México en distintas escalas espaciales y temporales.

Entre los impactos negativos del ENOS en recursos pesqueros en México, el ejemplo más claro es sobre **recursos bentónicos** y afines del sistema de la corriente de California, en la costa occidental de Baja California. La situación e impacto del ENOS sobre recursos bentónicos es de gran importancia, ya que son recursos altamente vulnerables y muy valiosos. Estos recursos dependen de los bosques de **macroalgas** (sargazo, *Macrosystis* spp) que son altamente sensibles al incremento de temperatura; situación que se manifestó claramente en las inmediaciones de Isla Cedros durante al menos seis meses consecutivos, desde junio de 1997, con anomalías térmicas en la superficie del mar de entre 5 y 6 °C (Fig. 2).

Como consecuencia de estas altas temperaturas y del paso del huracán *Nora* por la región, se observó reducción en su área de cobertura y desprendimiento de los **mantos de sargazo** así como de **abulones** juveniles y subadultos del sustrato rocoso. El hábitat disponible disminuyó como consecuencia del arrastre de sedimentos al mar por las altas precipitaciones, y en general, se adelantaron los procesos reproductivos del **abulón**, el **erizo** y las **almejas**. Se observó también una falta de alimento para estos importantes recursos, lo que hace suponer una mortalidad alta y consecuentes impactos en el reclutamiento. La excepción parece ser la **langosta**, que se desplazó al norte y a profundidad, y que registró capturas abundantes durante 1997.

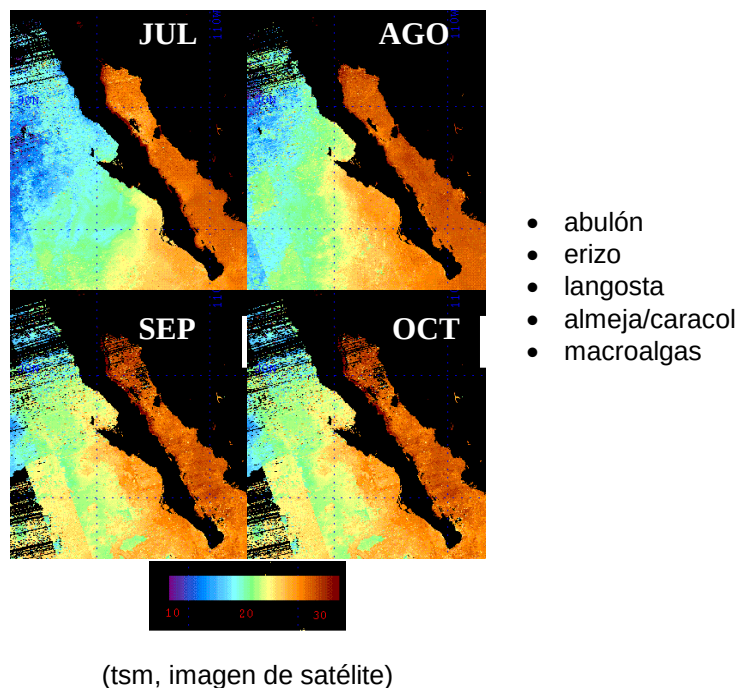


Fig. 2. Impactos negativos en recursos bentónicos y afines

La situación y el impacto del ENOS sobre las **pesquerías pelágicas** es también de gran importancia, ya que conforman las pesquerías más importantes de México por el volumen de su captura, y son altamente susceptibles a los cambios ambientales. Los recursos pelágicos, que a diferencia de los bentónicos sí pueden desplazarse en busca de mejores condiciones ambientales, registraron cambios en su disponibilidad y variaciones importantes en su captura.

El **atún aleta amarilla** incrementó notablemente su reclutamiento durante el último ENOS fuerte (1982-1983); sin embargo sus capturas disminuyeron porque la termoclina se profundizó, haciendo más amplio el hábitat disponible y disminuyendo su vulnerabilidad; los patrones de asociación entre atunes y delfines cambiaron, y el recurso se desplazó hacia el norte y hacia el sur, creando un vacío de capturas en el área central, cerca del Ecuador. La captura en 1983 fue de sólo 80,000 t contra casi 160,000 t en las temporadas inmediatas anteriores. Es de suponerse que se presente una situación similar si las condiciones anómalas persisten durante 1998, aunque las capturas en 1997 fueron abundantes.

Otros recursos pelágicos que pudieran ser impactados negativamente son la **sardina** en la costa occidental de Baja California que ya se desplazó al norte y la **sardina** del Golfo de California, región donde se observó una sustitución de especies provenientes de aguas cálidas del sur con predominancia de la **sardina crinuda**. El **calamar gigante** pudiera también disminuir sus capturas en 1998 al salir del Golfo de California en busca de mejores condiciones; como ya sucedió a principio de los años ochenta. De hecho, la estimación de biomasa en esta área en 1998 es menor que la de 1997.

Sin embargo, se puede hablar también de efectos positivos sobre recursos económicamente importantes e impactos potencialmente benéficos para la pesca en general. La pesquería de **camarón del Pacífico**, la más importante para el país por su valor, depende en gran medida de la calidad del hábitat en lagunas costeras. Se observó en estas especies durante 1997, en general, una reproducción temprana, mayor producción de postlarvas, mayores espacios en hábitats costeros para crecimiento y alimentación, y una temporada de reproducción extendida para las especies más importantes. Esto podría redundar en mayor reclutamiento y expectativas positivas para la captura tanto en lagunas como en altamar, y quizá en la posibilidad de un ciclo de invierno para la camaronicultura. Las capturas globales de camarón en el Pacífico durante 1997 fueron muy abundantes.

Otro caso de aspectos positivos en el evento ENOS es el desplazamiento de **peces de pico** de aguas de Centroamérica hacia nuestro país y en general un desplazamiento hacia el norte de estas especies. Se registraron abundantes capturas de especies propias de Baja California Sur en Ensenada y de Guerrero, Oaxaca y hasta del Istmo de Tehuantepec. Este grupo incluye **marlin rayado**, **marlin azul**, **dorados**, algunos **tiburones** y **pez vela**, que parecieron ser durante 1997 no sólo más abundantes, sino altamente disponibles para la pesca deportiva.

En el caso de la pesca ribereña solo algunas especies resultaron afectadas localmente; es difícil precisar si esto se debió a cambios en la abundancia ó en disponibilidad de los recursos más buscados. Por otra parte, el abasto de pescado y marisco durante la época de cuaresma de 1998 (alrededor de 118,000 ton) quedó asegurado al disponerse de volúmenes adecuados de atún, sardina y peces de escama.

Entre otros impactos e interacciones diversas es posible mencionar el caso de la **ballena gris**, especie que según lo muestran resultados de investigación por 20 años, no ve afectada su permanencia en los lugares de crianza tradicionales en la costa de Baja California durante los eventos ENOS; por otra parte, no se observan cambios en su recuperación poblacional de los últimos años registrando actual-

mente alrededor de 23,000 ejemplares. Caso similar se observa con la población de **tortuga golfina**, especie que a pesar de haber visto mermada su producción de crías en Oaxaca esta temporada en un 50% (se estima una pérdida de 6.3 millones de crías potenciales por el efecto directo del huracán *Paulina*), no ve comprometidas sus expectativas de recuperación a medio y largo plazos por encontrarse en un período de crecimiento acelerado desde hace ya varios años.

Entre las acciones que el INP ha venido desarrollando con respecto al estudio y evaluación de impactos del ENOS 1997-1998, se cuentan las de monitoreo continuo de las condiciones climáticas anómalas en el Pacífico, la del registro continuo de especies y capturas y la de programas de investigación puntuales sobre algunos recursos (pelágicos menores, abulón y calamar en especial), cruceros para evaluación poblacional, y acciones de difusión (Boletín de información, notas, conferencias y participación directa en eventos científicos sobre el ENOS), así como coordinación general con la Subsecretaría de Pesca, la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Nacional de Ecología, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y otras dependencias.

En el ámbito del manejo pesquero, el impacto del ENOS se ha evaluado por medio de la modelación dinámica de los principales recursos pesqueros y en especial los de hábitos bentónicos (abulón, erizo, langosta) presentada en este libro, enfoque que incluye de manera explícita la incorporación de parámetros ambientales que modifican tasas de crecimiento, mortalidad y capacidades de carga del ambiente, lo que se traduce en la consideración de la incertidumbre y el riesgo de efectos ambientales en los procesos de toma de decisión sobre manejo de recursos pesqueros. Estos efectos son descritos en detalle -para los recursos bentónicos de Baja California- en los capítulos correspondientes y serán examinados a mayor profundidad en ediciones futuras.

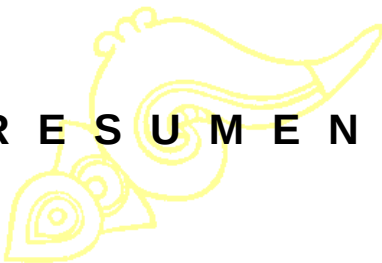
Al cierre de la edición de este libro, las condiciones anómalas persisten en el Pacífico ecuatorial, aunque en general la temperatura superficial del mar en el Pacífico Mexicano ha estado cerca de lo normal desde febrero de 1998.

El pronóstico general es que el fenómeno se disipará hacia el otoño o principios del invierno de 1998, con cierta posibilidad de un enfriamiento o condición Anti-ENOS durante 1999.

Sin embargo, los impactos en recursos marinos no se manifiestan solo a corto plazo, por lo que el Instituto Nacional de la Pesca continua con los programas de investigación sobre el fenómeno y su impacto en pesquerías durante 1998 y 1999, atendiendo a dos enfoques básicos: por una parte la necesidad de considerar escalas de tiempo y espacio apropiadas para la modelación, los pronósticos y el manejo y por la otra, el reconocimiento de la importancia de financiar investigación

básica aplicada, que genere el conocimiento requerido para los procesos de toma de decisiones, pieza clave del desarrollo.





RESUMEN

La captura mundial de recursos pesqueros se han estabilizado desde hace una década, a pesar del aumento en la capacidad pesquera. Esto ha propiciado el agotamiento de bancos pesqueros y el colapso de pesquerías que hasta hace medio siglo se consideraban inagotables. Este excesivo crecimiento de la capacidad pesquera, propiciado por factores económicos y sociales, combinado con las capturas incidentales de especies no objetivo, con la poca atención a la problemática ambiental por parte de los países con flotas distantes y especialmente agravado por la indefinición general de regímenes de propiedad de los recursos pesqueros, han sido las causas de estas catástrofes. Sin embargo, es claro que gran cantidad de estos colapsos se habrían podido evitar de haberse tomado y aplicado medidas adecuadas de manejo basadas en evidencia científica cuantitativa de calidad.

México no es ajeno a esta situación problemática mundial; las capturas han aumentado ligeramente en los últimos años, oscilando en alrededor de 1.5 millones de toneladas anuales, pero la capacidad pesquera ha incrementado considerablemente. Para lograr la sustentabilidad y llevar a cabo una pesca responsable en México, como lo establece el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas) es necesario tomar medidas consistentes y efectivas derivadas de la mejor evidencia científica disponible. Esta tarea requiere de definiciones técnicas precisas sobre el estado de sustentabilidad de los recursos pesqueros, misión que se ha intensificado en los últimos años con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la reestructuración del Instituto Nacional de la Pesca (INP).

La determinación del estado de sustentabilidad de los principales recursos pesqueros de México es precisamente el objetivo del presente trabajo. El estado de sustentabilidad se puede definir como la relación entre la explotación o aprovechamiento pesquero y la capacidad de renovación biológica de los recursos, modulada por las condiciones del medio ambiente; con equidad inter e intra-generacional y una visión de largo plazo.

En este libro, que establece la opinión científica del INP, se formulan recomendaciones de manejo para que las pesquerías que están en deterioro se recuperen; para que las pesquerías que están aprovechadas al máximo man-tengan sus niveles de capturas y para que las pesquerías con potencial de desarrollo se aprovechen dentro de un marco de sustentabilidad.

Se consideró como pesquería con potencial de desarrollo cuando existe una alta probabilidad de que las capturas aumenten. Por ello es factible el aumento del esfuerzo pesquero, siempre y cuando se desarrolle de una manera precautoria y controlada. En el caso de las pesquerías aprovechadas al máximo, se consideró que éstas ya llegaron a un nivel de utilización óptimo y que el esfuerzo no debe aumentar para evitar así una sobreexplotación. Las pesquerías en deterioro son aquellas que presentan un exceso de esfuerzo pesquero, bajos niveles de biomasa y reducción de la capacidad de reclutamiento.

Para lograr este objetivo se requirió, por una parte, de información biológica de alto nivel y series de tiempo de información pesquera consistente y de calidad. Y por otra parte, -como elemento central y definitorio del trabajo- fue necesario aplicar métodos cuantitativos de vanguardia; enfoque que permite la integración y el análisis necesario para la determinación del estado de sustentabilidad de cada pesquería. Estas nuevas estrategias de manejo tienen como base entre otras la *modelación dinámica* y consideran explícitamente la incertidumbre asociada a las estimaciones y acciones de manejo; incorporando así la evaluación del riesgo en la toma de decisiones, factor que previamente no era explícito ni estimado. Estos conceptos cuantitativos de vanguardia, fortalecidos por el establecimiento de puntos de referencia biológicos y usados en conjunción con instrumentos novedosos en el manejo de recursos pesqueros como la teoría de decisiones, la estadística bayesiana, el análisis de riesgo, el manejo adaptativo y el enfoque precautorio, constituyen la base metodológica del análisis de este libro.

Así, los modelos matemáticos que se aplican a las pesquerías en forma dinámica proporcionan respuestas más cercanas a la realidad y resultados más precisos sobre el manejo. Por ejemplo, los efectos del medio ambiente se han incluido explícitamente en *el modelo dinámico de biomasa de Schaefer*, en forma de anomalías de la temperatura superficial del mar. Ejemplos de esta aplicación se encontrarán en los capítulos sobre invertebrados como el erizo de mar, el abulón y la langosta espinosa del Pacífico mexicano.

En el trabajo también se emplearon otros tipos de modelos, como los de rendimiento por recluta y los que simulan la estructura de edades de las poblaciones, como el CANSAR y el análisis de cohortes. Con estos modelos se analizaron las pesquerías de peces pelágicos menores, el mero, el pulpo, el atún y el camarón. De acuerdo con las características de las pesquerías, se usaron también los modelos espaciales, como el YAREA, en el caso del caracol gigante, los demográficos, sobre todo aplicados a las poblaciones de tiburones y los de agotamiento para la langosta espinosa del Caribe y pepino de mar.



este objetivo, para determinar la sustentabilidad en la pesca y con este que cuantitativo de vanguardia, nunca antes llevado a cabo en México para

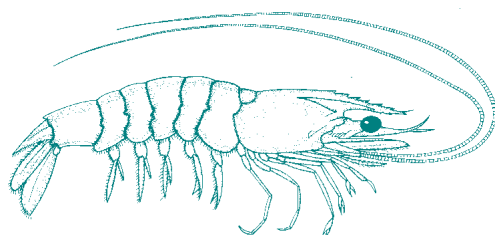
manejo pesquero, se procedió al análisis de las 18 principales pesquerías. Diez de ellas se encuentran en el litoral del Océano Pacífico, siete en el Golfo de México y Mar Caribe y una en aguas continentales.

Para lograr un balance entre la dinámica biológica, la visión histórica, el enfoque cuantitativo y los planteamientos de manejo, cada capítulo está dividido en tres secciones principales: La **Pesquería**, en donde se describe la biología de la especie, las artes de pesca, las tendencias históricas de captura y esfuerzo e indicadores socioeconómicos. La sección de **Manejo** describe las medidas actuales de administración y el modelo y enfoque cuantitativo empleado. En **Perspectivas** se señala, con base en los resultados del modelo, el estado actual de la pesquería, ubicando a cada una como: a) con potencial de desarrollo, b) aprovechada al máximo permisible o c) en deterioro, con necesidad de recuperación, y se plantean estrategias apropiadas de manejo para cada caso y pesquería.

El siguiente es un resumen descriptivo de los principales resultados por pesquería:



Océano Pacífico



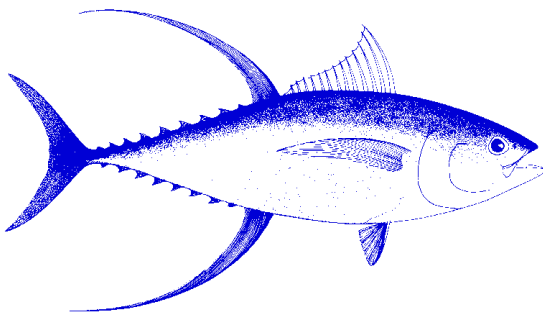
CAMARÓN DEL PACÍFICO

Esta pesquería es la de mayor valor económico para el país; el 70% del camarón que se produce en México proviene del litoral del Pacífico. Tiene una gran

relevancia social y económica porque diferentes flotas y artes de pesca capturan camarón en tres fases de su ciclo de vida: como adulto en altamar por los barcos camaroneros, como juvenil en lagunas y bahías por la flota artesanal y como postlarva para suplir a las granjas camaronícolas, especialmente del noroeste del país. Las principales



especies que se aprovechan son el camarón blanco (*Penaeus vannamei*), el azul (*P. stylirostris*) y el café (*P. californiensis*). Los niveles más altos de captura en altamar son obtenidos por flotas de Guaymas, Mazatlán, Salina Cruz y, en menor grado, el Alto Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur. La producción se ha mantenido estable en alrededor de las 50 mil toneladas durante los últimos cinco años con una producción en peso vivo de 57,430 toneladas en 1996 y de 66,505 toneladas para 1997. El análisis cuantitativo se basó en el modelo dinámico de biomasa y un modelo estructurado por edades con retraso en el reclutamiento. Se analizaron distintos escenarios de manejo para las diferentes poblaciones y lugares de captura. La biomasa del camarón café se encuentra en el nivel de producción máxima, pero la biomasa tanto del camarón blanco como del azul se encuentran por debajo de ese nivel, aunque esta última muestra ligeras señales de recuperación. Los resultados globales indican que la pesquería está **aprovechada al máximo permisible**. Por ello, los 1,475 barcos camaroneros que actualmente operan y el esfuerzo pesquero en lagunas costeras y sobre postlarvas, no pueden ser incrementados. Es necesario continuar con las vedas temporales, no permitir el aumento de la mortalidad por pesca y establecer medidas de reducción de las tasas de explotación en todas las fases de aprovechamiento, atendiendo a criterios biológicos y económicos de largo plazo. Se espera que el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur 1997-98 sea benéfico para la industria camaronícola ya que las postlarvas encontrarán condiciones favorables para su crecimiento. También podría haber la posibilidad de un ciclo de invierno para la camaronicultura.



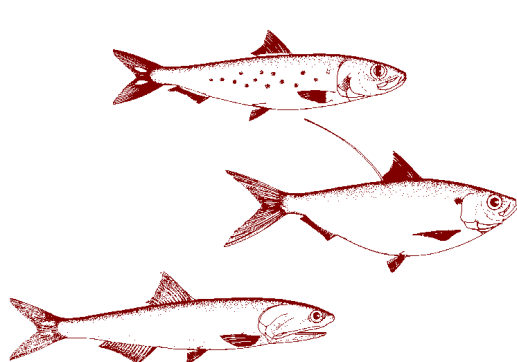
ATÚN DEL PACÍFICO

La flota atunera de México es la más importante del Océano Pacífico Tropical Oriental; nuestro país posee 81 barcos que capturan 40% del total. Además



sus técnicas de captura con redes de cerco altamente eficientes han disminuido casi totalmente la tasa de captura incidental de delfines, que había sido el problema ambiental más fuerte en la pesquería. Las principales especies que se capturan son el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*). México capturó 140,071 toneladas en 1997, de las cuales el 90% fue de atún

aleta amarilla. Los modelos de evaluación de stocks son el análisis de cohortes y de biomasa en equilibrio. La pesquería se considera con un ligero **potencial de desarrollo** para el atún aleta amarilla, mientras que el barrilete tiene un incremento potencial de 30 a 50 mil toneladas anuales. Sin embargo este potencial será materia de negociación internacional y control de cuotas o mecanismos similares entre los países que operan en la región. Ha sido demostrado que las poblaciones de delfines no se ven afectadas por la mortalidad incidental. Después de intensas negociaciones y de generar evidencia científica de alta calidad mediante un Programa de Observadores que cubre el 100% de los viajes de pesca, se logró, junto con gobiernos de países productores de la región, de la industria y de ONG's, que Estados Unidos modificara sus leyes para permitir la importación de atún capturado en asociación con delfines. Esto constituye un acto sin precedentes en las relaciones comerciales entre nuestros países, de manera que el embargo atunero ha sido prácticamente levantado a México y la industria atunera podrá reanudar sus exportaciones a Estados Unidos. Esto en cuanto se firme y ratifique el Convenio de Protección a los Delfines; lo que se espera que ocurra durante 1998. Aunque se ha observado que durante los fenómenos El Niño-Oscilación del Sur se favorece el reclutamiento del atún aleta amarilla, las capturas pueden disminuir para 1998 debido a que se espera un incremento en el esfuerzo y porque su vulnerabilidad a las redes de cerco disminuye a medida que la termoclina se profundiza.



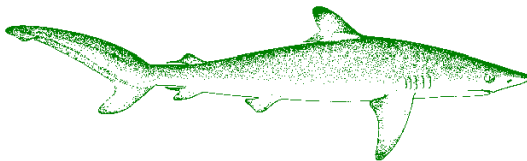
PECES PELÁGICOS MENORES

Se trata de una pesquería masiva multiespecífica que aporta el 50% en promedio del volumen total del país y que se realiza tanto en el Golfo de California como en la costa occidental de la

península de Baja California. Las especies más importantes son la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) y la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*); las cuales se aprovechan principalmente para la transformación en harin de pescado. Las poblaciones de los peces pelágicos menores en el mundo fluctúan fuertemente debido a que son muy sensibles a los cambios climáticos. Por esto, las capturas presentan una tendencia con altibajos pronunciados. Por ejemplo, la sardina monterrey, después de ser inexistente en las capturas de 1992, llegó a más de 150,000



toneladas en 1997. La captura total de pelágicos menores para este año fue de 464,777 t. Los modelos que se han aplicado para la evaluación son análisis de cohortes (VPA), estructurado por edades (CANSAR) y redes neuronales. Estos indican que la pesquería en su conjunto tiene **potencial de desarrollo**; pero el impacto de la variabilidad climática indica cautela. En la costa occidental de la península de Baja California, la pesquería de anchoveta está deteriorada pero la de la sardina monterrey tiene potencial alto de desarrollo, especialmente si el medio es favorable para el reclutamiento. En el Golfo de California la anchoveta, la sardina monterrey y la sardina crinuda tienen cierto potencial de desarrollo. Sin embargo, el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur de 1997-98, que es el más fuerte del siglo, significará una muy probable caída en las capturas de la sardina monterrey y de la anchoveta pero quizá un aumento en la producción de sardina crinuda, que es una especie más tropical. Se recomienda un manejo adaptativo con una tasa fija de aprovechamiento, además de las vedas y las tallas mínimas legales, medidas que ya se aplican a la fecha.

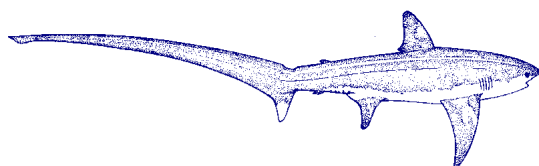


TIBURONES **DEL** PACÍFICO MEXICANO. PESQUERÍA ARTESANAL

En 1997 la producción nacional de tiburón y cazón en el océano Pacífico mexicano fue de 18,031 toneladas. El litoral del Pacífico es de donde ha provenido alrededor del 65% de la producción nacional por más de veinte años. Las principales zonas de captura son Chiapas y el Golfo de California y se capturan unas 40 especies. Existen alrededor de 700 permisos para la pesca comercial de tiburón en aguas del Pacífico, aunque el número de embarcaciones que se dedican a esta actividad no se conoce. El análisis y el manejo se dificultan por la falta de información sobre capturas y esfuerzo por especie, ya que las estadísticas han catalogado por muchos años a todas las especies como tiburón-cazón. Se utilizó un modelo demográfico para su análisis y se considera que la pesquería se encuentra **aprovechada al máximo permisible** y es por lo tanto necesario que no se incremente el esfuerzo sobre estas poblaciones. Las acciones que se requieren para el manejo de esta pesquería deben incluir la mejora en el sistema de registro de datos de captura y



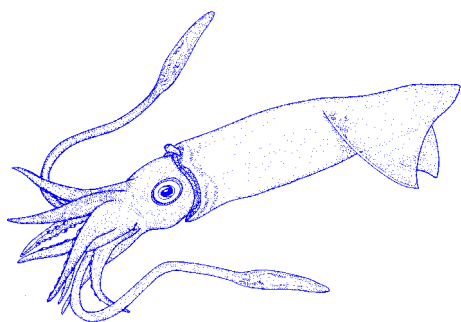
esfuerzo para las principales especies y evaluar el impacto de la mortalidad por pesca de animales juveniles e inmaduros en las áreas de crianza. Se deberá también evaluar el impacto de la pesca incidental de tiburones en otras pesquerías, como la del atún. No se sabe que impacto pueda tener el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur 1997-98 sobre sus áreas de crianza.



TIBURONES OCEÁNICOS

El aprovechamiento de los los tiburones en altamar es relativamente reciente, actualmente existen 20 em-

barcaciones pescando en aguas del Pacífico Mexicano. Las tendencias de las tasas de captura de la flota tiburonera durante los últimos 10 años muestran un aparente decremento de abundancia de tiburones zorro, volador y martillo, con un incremento para el tiburón azul, lo que no necesariamente significa una disminución en sus poblaciones. Una docena de especies de tiburones oceánicos se pesca en aguas mexicanas. La captura promedio anual es de 440 toneladas realizada por 21 a 23 embarcaciones registradas por temporada. Dadas las relativamente bajas tasas de captura y la extensa área de distribución de estas especies, se considera que los tiburones oceánicos de la región del Pacífico Mexicano representan para el país un recurso pesquero con **potencial de desarrollo**. Sin embargo, la mayoría de estas especies son altamente migratorias, por lo que su manejo y conservación requiere de esfuerzos de coordinación internacional. Para 1998 podría ser más difícil encontrar tiburones oceánicos puesto que éstos se alejan de la costa cuando se presenta el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur.



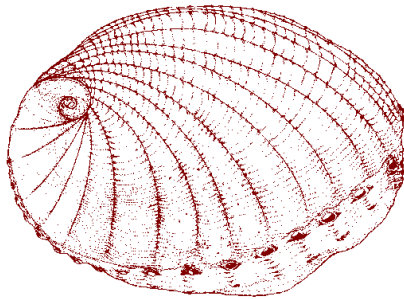
C

ALAMAR GIGANTE



Las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se incrementaron de 108 mil toneladas en 1996 a 121 mil en 1997, convirtiéndose en la segunda pesquería en volumen para el país. Esta especie migra periódica-mente a las aguas del

Golfo de California en grandes cantidades, pero de manera hasta ahora impredecible. En la pesquería se utilizan pangas, barcos sardineros o camaroneros adaptados y barcos calamareros de alta tecnología y cobra mayor importancia cuando el camarón se encuentra en veda. El modelo estructurado por edades utilizado considera escenarios con distintos niveles de reclutamiento estacional. Se concluye que la pesquería tiene **potencial de desarrollo** pero es, al mismo tiempo de alto riesgo, ya que depende del reclutamiento de los juveniles a la pesquería. Este factor es especialmente importante en una temporada en la que se presenta el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur ya que es incierto predecir este reclutamiento, por lo que se establece como punto de referencia un escape del 40% de la biomasa desovante existente en 1996. Además, puede ser que, por el calentamiento de las aguas, el calamar salga del Golfo de California buscando mejores condiciones y las capturas bajarían en 1998. Otros problemas importantes para lograr un desarrollo en esta pesquería son el control de la calidad en las exportaciones y el lograr mejores precios por el producto no industrializado.



A_{BULÓN}

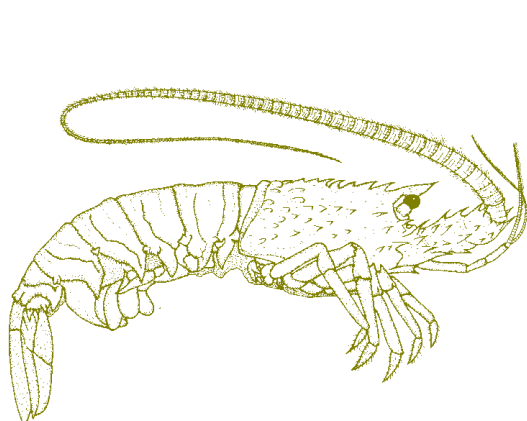
La pesquería de abulón ha sido la base del desarrollo de numerosas comunidades en la península de Baja California por más de un siglo. Las especies más importantes en



las capturas, el abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) y el azul (*H. fulgens*), tuvieron capturas de 924 toneladas en 1997, a un precio promedio de \$ 1,250 USD por una caja con 48 latas de 300 g cada una. El valor de esta pesquería la ubica en el cuarto lugar en nuestro país. Las cooperativas que lo aprovechan tienen concesiones y territorios de producción bien delimitados. Es un recurso muy cotizado en el mercado internacional y por su naturaleza sésil es muy vulnerable tanto a la pesca como a los cambios climáticos. Por esto, se empleó un modelo dinámico de biomasa que incluye explícitamente la variabilidad ambiental y sus efectos sobre tasas de reproducción y crecimiento. Los resultados indican que las poblaciones de abulón están **en deterioro** y que es necesario establecer una estrategia de manejo para su recuperación. La biomasa en la mayoría de los bancos abuloneros se encuentra muy por debajo del nivel requerido para la máxima productividad biológica y, en algunos casos, ha habido una disminución



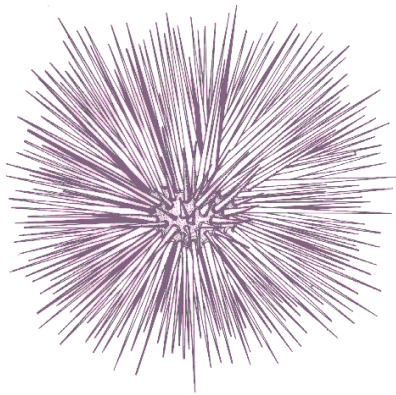
de un orden de magnitud en las capturas, por lo que se requiere disminuir las cuotas de captura por cooperativa para alcanzar el punto de referencia objetivo, esto es, que la biomasa del año siguiente no sea menor a la actual. Con este esquema, las cuotas para 1997 disminuyeron entre un 10% y un 25%, según la cooperativa y la especie; incluso se tuvieron que vedar completamente algunas zonas de captura. Se prevé una situación similar para 1998 e incluso más grave ya que el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur 1997-98 aún podría afectar fuertemente el reclutamiento, lo cual se notará en las próximas tres o cuatro temporadas, requiriendo posiblemente de medidas aún más restrictivas. Algunos otros problemas en esta pesquería incluyen: la pesca furtiva, difícil de controlar y la presencia de la enfermedad del adelgazamiento que aparentemente viene de California, Estados Unidos (donde la pesquería ya está cerrada). La experiencia obtenida a lo largo de varios años en la acuicultura y el repoblamiento ayudará en la recuperación del recurso.



LANGOSTA ESPINOSA DE BAJA CALIFORNIA

Se capturan cuatro especies de langosta y de éstas, la roja (*Panulirus interruptus*) es la más abundante y la de mayor valor en el mercado. Aunque las capturas han variado considerablemente, se le cataloga como una

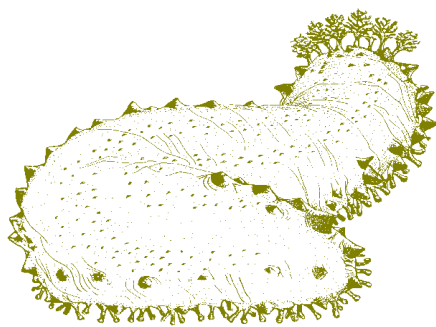
pesquería estable. La captura de 1997 fue de 1,708 toneladas. Las 29 cooperativas que la pescan son las mismas que capturan abulón en la península de Baja California, por lo que las áreas de aprovechamiento son prácticamente las mismas en ambos recursos; sólo difiere la técnica de pesca, que es mediante trampas en el caso de la langosta. Se empleó un modelo dinámico de biomasa que incluye explícitamente la variabilidad ambiental y sus efectos sobre tasas de reproducción y crecimiento. Este análisis indica que la pesquería es estable y que presenta un ligero **potencial de desarrollo**. Sin embargo, para mantener el equilibrio en el sistema, se recomienda una cuota de captura máxima anual de 1,240 toneladas. El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur puede tener un efecto negativo en las capturas a mediano plazo. Se espera que la tendencia para 1998 y años subsecuentes permanezca estable.



E RIZO DE MAR

La pesquería de erizo de mar es de tipo artesanal y en 1997 se extrajeron casi 2 mil toneladas para aprovechar sus gónadas, las cuales son comercializadas en el mercado asiático; sin embargo la tendencia de las capturas ha disminuido desde hace 10 años. Las principales áreas de captura se encuentran

en la costa occidental de la península de Baja California en donde existen 51 cooperativas, asociaciones o permisionarios. Estos organismos sésiles son muy vulnerables a la pesca que se realiza por medio de buceo autónomo; además son muy sensibles a los cambios climáticos. Por esto, se empleó un modelo dinámico de biomasa que incluye explícitamente la variabilidad ambiental y sus efectos sobre tasas de reproducción y crecimiento. El análisis indica que a partir de 1987, la biomasa de erizo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) se ha encontrado por debajo del nivel de productividad máxima. Por lo tanto la pesquería está **en deterioro** y para alcanzar el punto de referencia establecido, que es llevar la biomasa a su nivel de máxima productividad biológica, se deberá reducir el esfuerzo pesquero en un 60% del nivel actual y además emplear como estrategia de manejo una cuota de captura de un máximo de 1,700 toneladas anuales. Además, hay una alta probabilidad de que las capturas en 1998 disminuyan por los efectos de El Niño-Oscilación del Sur 1997-1998.



P EPINO DE MAR

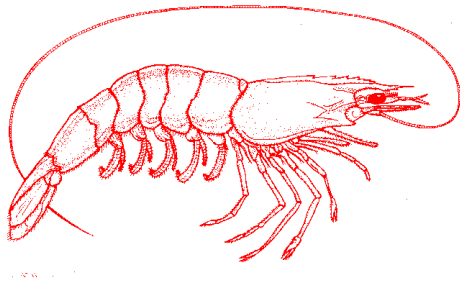
La pesquería de pepino de mar (*Isostichopus fuscus* es la especie más cotizada en el mercado internacional) entró en veda permanente desde

1994 porque se le consideró especie en peligro de extinción. Un

modelo de agotamiento de poblaciones en la parte este del estado de Baja California Sur indicó que la pesquería está **en deterioro**, aproximadamente el 10% de su nivel en 1989. Se concluye, que la pesca furtiva ha sido la causa del detrimento poblacional en esta área, actividad difícil de controlar y que es necesaria compartir con los usuarios disminuyendo los costos de vigilancia y elevando su efectividad, asimismo es necesaria la participación de éstos en los diseños experimentales pesqueros dentro de un manejo adaptativo. Aunado a esto, las condiciones climáticas resultantes de la presencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur 1997-98, no serán favorables para la recuperación de las poblaciones. Se propone que se asignen derechos territoriales de propiedad y que se instale un monopsonio que comercialice todo el pepino de mar proveniente de México. Para determinar si existe potencial de desarrollo en el resto del Pacífico para ésta y otras especies y para revertir la condición de deterioro será necesario que se considere un cambio de categoría en la Norma Oficial NOM-059-ECOL-1994 a especie sujeta a protección especial, dando lugar a una pesquería controlada.



GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

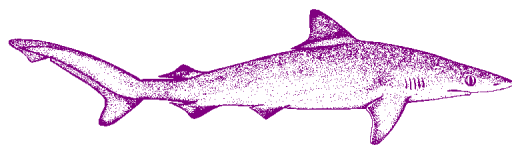


CAMARÓN DEL GOLFO DE DE MÉXICO Y MAR CARIBE

Se distinguen tres regiones principales de pesca: Tamaulipas y el norte de Veracruz, en donde se obtiene camarón café

(*Penaeus aztecus*); la Sonda de Campeche, en donde se captura camarón rosado (*P. duorarum*), blanco (*P. setiferus*) y siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*); y el Mar Caribe, en donde se aprovecha el camarón rojo (*P. brasiliensis*) y el camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*). Las capturas durante 1996 y 1997 han sido de 20 mil toneladas en promedio. Para el manejo en cada región se emplean modelos estructurados por edades con los que se simulan escenarios de veda. Los resultados indican que las tres zonas están **aprovechadas al máximo permisible** y ya no soportan más esfuerzo pesquero ni en el sector ribereño ni en el industrial. Los 770 barcos camaroneros que actualmente operan en altamar y el esfuerzo pesquero en lagunas costeras no pueden ser incrementados. Las vedas han demostrado ser una medida de manejo adecuada para mantener a las poblaciones de camarón en los niveles actuales de captura, o para propiciar la recuperación donde sea necesario; éstas funcionan para proteger el reclutamiento o la reproducción, según la especie y la región. Sin embargo, un factor que disminuye su efectividad es la gran movilidad de las flotas de altamar. La población de camarón café se encuentra en buen estado y es la que ha sostenido a la pesquería en los últimos años. Las poblaciones de camarón blanco y especialmente de rosado, se encuentran sumamente deterioradas en niveles de biomasa muy por debajo del de su máxima productividad. Sin embargo, se espera que para parte de 1998 los rendimientos aumenten con los cambios en las medidas administrativas y con las condiciones más cálidas, producto de El Niño-Oscilación del Sur que se presenta en el Océano Pacífico pero que tiene consecuencias a nivel global.



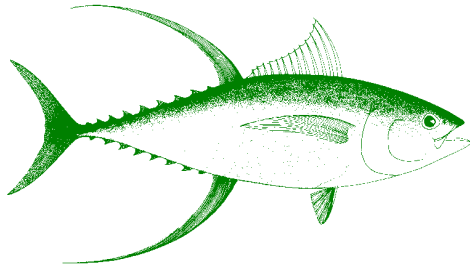


TIBURONES DEL GOLFO DE DE MÉXICO

En 1997 la producción de tiburón y cazón en el Golfo de México fue de 5,780 toneladas. De esta región ha

provenido alrededor del 35% de la producción nacional. La pesca artesanal de tiburones representa valiosas fuentes de alimento y empleo para las comunidades ribereñas del Golfo de México. Los principales estados productores de tiburón en la región son Veracruz y Campeche. El número de permisos para la pesca comercial de tiburones en esta región es alrededor de 400, con los que operan 3,600 embarcaciones. Esta pesquería multiespecífica captura 33 especies de tiburones, de las cuales 10 proporcionan el 90% de las capturas artesanales. El problema de no contar con información histórica sobre capturas y esfuerzo por especie dificultan la evaluación de las poblaciones de tiburones sujetas a explotación comercial. El análisis llevado a cabo en el presente trabajo utilizó modelos demográficos que incorporan parámetros biológicos como fecundidad, longevidad, edad y crecimiento. Con este enfoque, se estimó que la pesquería del cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae* se encuentra **aprovechada al máximo permisible** y que de continuar el mismo esquema de explotación, la población (que aporta el 46% de las capturas en el Golfo de México) estaría potencialmente en riesgo de disminuir drásticamente. El mismo análisis aplicado a la segunda especie en abundancia relativa (15%), el cazón pech, *Sphyrna tiburo*, determinó que se **aprovecha al máximo permisible** aunque en general está en mejor condición que el cazón de ley por su mayor potencial reproductivo y su tasa de renovación poblacional relativamente alta. Las acciones de manejo de esta pesquería, tanto para especies pequeñas como grandes, deberán incluir los siguientes aspectos: implementar un sistema de seguimiento continuo de las capturas y desembarques así como del esfuerzo que se aplica por especie. Además se deberá evaluar el impacto de la pesca tradicional en las principales áreas de crianza. Debido a estos resultados con las dos especies analizadas y dado que el 90% de las capturas de las principales especies de tiburones la conforman organismos inmaduros, es necesario no incrementar el actual nivel de esfuerzo pesquero en esta pesquería.

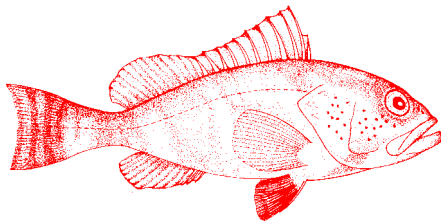




TÚN DEL GOLFO DE MÉXICO

Esta es la única pesquería oceánica en el Golfo de México y se realiza en toda la Zona Económica Exclusiva, teniendo como especie objetivo al atún aleta amarilla (*Thunnus*

albacares). De ésta se obtuvieron 1,096 toneladas en 1997. Las operaciones de pesca, que se efectúan mediante unos 20 barcos palangreros, son altamente selectivas, fomentan el aprovechamiento integral de las capturas incidentales de tiburones, picudos y otros tipos de atún; además no incluyen ningún tipo de delfín. Los modelos matemáticos para evaluar las poblaciones son el análisis de cohortes y excedente de biomasa. El análisis del estado de las poblaciones indica que la pesquería tiene **potencial de desarrollo** y en consecuencia la NOM-023-PESC-1996 establece un límite de 45 barcos para aprovechar el atún de manera sustentable. Todas las embarcaciones deben llevar a bordo observadores científicos del Programa de Investigación de la Pesca de Atún con Palangre en el Golfo de México, que se lleva a cabo por el Instituto Nacional de la Pesca, en colaboración con la Cámara Nacional de la Industria Pesquera. Se espera que las capturas en 1998 alcancen niveles similares a los de 1997.

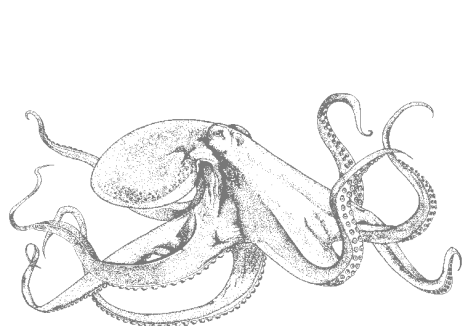


M

La población de mero (*Epinephelus morio*) que se encuentra en la Sonda de Campeche es la más grande del mundo y es

explotada principalmente por tres flotas: una menor que consta de 3,440 pangas y dos mayores (una mexicana con 539 barcos y la otra cubana con 16) con embarcaciones de mediana altura y que sirven de nodrizas para lanchas pequeñas. Las capturas de los últimos diez años han fluctuado entre 8 y 14 mil toneladas; en 1997 se obtuvieron 11,446 toneladas. Sin embargo, las proyecciones del modelo estructurado por

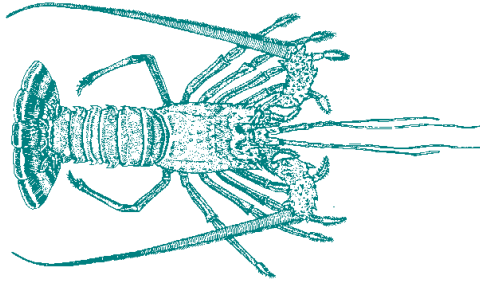
edades empleado bajo diferentes escenarios, indican que la pesquería se encuentra **en deterioro**. Todavía hay incertidumbre en el nivel de la biomasa actual, que se ha estimado entre 20,000 y 60,000 t. Este nivel es menor al de máxima productividad biológica. Como objetivo de las medidas de manejo se establece un punto de referencia que es recuperar el nivel de biomasa que existía en 1995. Para ello se requiere disminuir la tasa de aprovechamiento en un 40% controlando el esfuerzo pesquero en todas las flotas y establecer una cuota menor de captura a la flota cubana. El manejo de la pesquería a mediano plazo necesita de información específica sobre el esfuerzo y posiblemente requiera restricciones a la explotación en áreas de nacimiento y crianza.



P

Tanto *Octopus maya* (especie endémica) como *O. vulgaris* son capturados en Yucatán por una flota menor, compuesta de 1,900 pangas y una flota mayor de embarcaciones más grandes

(alrededor de 500) que sirven como nodrizas para unos diez alijos o canoas de madera. La pesquería ha registrado capturas excepcionales en los últimos años, de 28,572 t en 1996 y 17,776 t en 1997. Sin embargo, éstas no son sustentables, por lo que se corre el riesgo de sufrir los efectos del exceso de la capacidad pesquera en el reclutamiento con un consiguiente alto riesgo de bajas capturas en los próximos años. El modelo estructurado por edades empleado que incluye el efecto de migración de hembras ovígeras, indica que la mortalidad por pesca ha aumentado en los últimos años, especialmente por el aumento en la eficiencia en las técnicas de pesca, lo que hace a la población más vulnerable. La pesquería de pulpo en general (especialmente *O. maya*) por lo tanto está **aprovechada al máximo permisible** y requiere que el esfuerzo y la mortalidad por pesca no aumenten para proteger el reclutamiento y mantener los niveles de captura sostenible en alrededor de 10 a 12 mil toneladas. Debido al exceso de pesca en 1996 y 1997, y a que el reclutamiento requiere de condiciones favorables, se espera que en 1998 disminuyan las capturas.



LANGOSTA ESPINOSA DEL CARIBE

La pesquería de langosta del Caribe (*Panulirus argus*) se lleva a cabo en las costas de los estados de Yucatán y de Quintana Roo por medio de buceo autónomo y es de tipo

artesanal pero muy redituable porque su producción tiene un alto precio en playa (26 dólares por kg en 1996/97). La captura en el Caribe durante 1997 fue de 844 toneladas, lo que representa el 63% del máximo histórico alcanzado hace diez años. Unas 400 pangas y 14 barcos se dedican a la pesca en ambos estados. La mayoría de las cooperativas que aprovechan esta especie tienen concesiones y áreas de operación bien delimitadas. La Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993 establece las tallas mínimas de captura (135 mm de longitud abdominal en la zona centro de Quintana Roo y 145 mm para el resto de las zonas) y las fechas de veda (1 de marzo al 30 de junio). Los modelos dinámicos de biomasa y de agotamiento de la cohorte indican que la pesquería está **aprovechada al máximo permisible** en ambos estados. Existe una fracción del stock que tiene posibilidades de desarrollo en el Banco de Campeche pero es necesario evaluar su factibilidad. Ésta es una pesquería estable y madura en la que, considerando los factores económicos y sociales, se recomienda reducir gradualmente el esfuerzo pesquero para integrar a todos los pescadores en el régimen de concesiones. Se espera que las capturas en 1998 sigan siendo estables y tengan niveles similares a los de 1997.



C

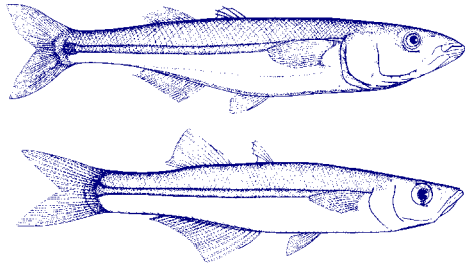
ARACOL ROSADO

El caracol rosado (*Strombus gigas*) es de gran tradición en la región del Caribe mexicano e incluso es el animal heráldico del estado de Quintana Roo, pero su deterioro ha sido tal, que ahora sólo se pesca en el Banco Chinchorro y en Isla Cozumel. Unas 70 embarcaciones empleadas por casi 140

pescadores en estas zonas se dedican a la captura, que ha tenido una tendencia descendente desde hace más de diez años. Desde principios de esta década se han capturado alrededor de 57 toneladas anuales pero los niveles de biomasa no se han recuperado. El modelo estructurado por edades que se empleó representa la distribución y dinámica espacial de la biomasa y del esfuerzo de pesca. Este modelo indica que la pesquería está **en deterioro** y que, para alcanzar un punto de referencia de por lo menos 470 toneladas de biomasa, se deberá establecer una veda total de dos años y después continuar con las medidas de manejo actuales. Éstas son: una talla mínima de 20 cm de longitud total de la concha, una cuota de captura de 45 toneladas anuales en el Banco Chinchorro y una de 12 toneladas anuales para Cozumel. Para disminuir el problema de la pesca furtiva sería factible incorporar a los usuarios a las acciones de vigilancia.



AGUAS CONTINENTALES



LAGO DE PÁTZCUARO

En el lago se lleva a cabo una pesquería artesanal multiespecífica basada en 11 especies endémicas (charales, pescado blanco, tiros, cheguas y achoque) y tres introducidas (carpas, lobina negra y tilapia) de

cerca de 600 toneladas en 1997. La pesca en el lago ha sido de importancia tradicional para los purépechas, pero ésta ha sido afectada por problemas que van más allá de la misma, como la deforestación, la contaminación y la eutroficación. Para analizar la producción se utilizó un análisis de series de tiempo de tipo autoregresivo integrado de promedios móviles y de un modelo dinámico bioeconómico con agrupaciones funcionales de especies. Estos indican que la pesquería se encuentra **en deterioro** y requiere, junto con el lago en sí, de una estrategia de recuperación que incluya la observancia de tallas mínimas de captura, de vedas espaciales y temporales (en vigor a partir de 1998), el retiro definitivo de artes de pesca de gran poder, como lo son los 85 chinchorros de arrastre que actualmente existen y que el esfuerzo global no rebase las 3,567 redes agalleras en el lago. Hay una alta probabilidad de que las capturas en 1998 sean menores a las de 1997. Dada la naturaleza integrativa del problema, estas medidas se deberán llevar a cabo en coordinación con instituciones académicas, gubernamentales y organizaciones no gubernamentales.



CONCLUSIONES

El análisis de estas 18 pesquerías comprendió más de 32 recursos pesqueros que corresponden a 109 especies que habitan en 16 regiones, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe y Aguas Continentales. Estas

pesquerías representan el 65% del volumen de producción y aproximadamente el 67% del valor de la captura nacional durante 1997⁵.

El trabajo “**SUSTENTABILIDAD Y PESCA RESPONSABLE EN MÉXICO. EVALUACIÓN Y MANEJO 1997-1998**” muestra que las pesquerías en nuestro país no han llegado, en general, a un estado crítico, sin embargo, la interacción del exceso de capacidad con otros factores, ha conducido a algunas de ellas a un estado de deterioro que requiere de estrategias de recuperación. Tal es el caso de la anchoveta de la costa occidental de la península de Baja California, el abulón, el erizo y pepino de mar, el caracol rosado, el mero y las pesquerías del lago de Pátzcuaro.

Otras pesquerías han llegado a obtener capturas estables pero con un nivel de esfuerzo pesquero que, de aumentar, pondría en riesgo a las poblaciones y a la actividad misma. Este es el caso de las que están aprovechadas al máximo permisible, como las del camarón y tiburón tanto en el Pacífico como en el Golfo de México y Mar Caribe, el pulpo y la langosta espinosa del Caribe.

En contraste y por presentar posibilidad de incremento en las capturas, hay pesquerías que tienen potencial de desarrollo. Ejemplos de éstas son el atún, tanto del Pacífico como del Golfo de México, la sardina monterrey, el calamar gigante y la langosta de Baja California.

En la *tabla 1* se presenta un resumen de los resultados globales por pesquería y litoral. En la *tabla 2* se incluye el número de especies en este análisis. Los resultados obtenidos muestran que, a nivel nacional, 67% de las pesquerías (79% de las especies) no pueden crecer más ya que se encuentran deterioradas o aprovechadas al máximo y la capacidad de renovación del recurso no lo permite. En el Pacífico las cifras correspondientes son 50% de las pesquerías y 51% de las especies. En el Golfo de México y Mar Caribe son 86% de las pesquerías y 86% de las especies. Estos resultados plantean la necesidad de reorientar el crecimiento del sector hacia aquellos recursos pesqueros cuyo aprovechamiento tenga todavía posibilidades de expansión.



Tabla 1. Estado de sustentabilidad de las pesquerías analizadas en 1997-1998.

PACÍFICO		GOLFO DE MÉXICO Y CARIBE		AGUAS CONTINENTALES	
pesquería	estado	pesquería	estado	pesquería	estado
camarón	λ	camarón	λ	Pátzcuaro	λ

⁵ Excluyendo especies de agua dulce y plantas acuáticas.

atún	λ	tiburones	λ		
pelágicos menores	λ	atún	λ		
tiburones	λ	mero	λ		
tiburones oceánicos	λ	pulpo	λ		
calamar	λ	langosta	λ		
abulón	λ	caracol	λ		
langosta	λ				
erizo	λ				
pepino	λ				

λ = con potencial de desarrollo λ = aprovechada al máximo sostenible λ = en deterioro

Tabla 2. Número de pesquerías y de especies por su estado de sustentabilidad

CONDICIÓN DE LA PESQUERÍA	POTENCIAL DE DESARROLLO		APROVECHAMIENTO MÁXIMO		DETERIORO		TOTAL	
REGIÓN	p	spp	p	spp	p	spp	p	spp
Pacífico	5 (50%)	32 (49%)	2 (20%)	24 (36%)	3 (30%)	10 (15%)	10	66
Golfo y Mar Caribe	1 (14%)	1 (3%)	4 (57%)	26 (90%)	2 (29%)	2 (7%)	7	29
Aguas Continentales					1 (100%)	14 (100%)	1	14
Total	6 (33.3%)	33 (30%)	6 (33.3%)	50 (46%)	6 (33.3%)	26 (24%)	18	109

p = pesquerías

spp = especies



La 3 presenta un resumen de recomendaciones por región y por recurso (especie, población o *stock*), que incluye las opciones de manejo más viables para detener o revertir el deterioro, mantener las condiciones de máximo aprovechamiento o propiciar un desarrollo sustentable y su crecimiento.

Un factor que ha sido determinante para la realización de este trabajo académico, pero con aplicaciones prácticas sobre manejo y recomendaciones para la toma de decisiones para el desarrollo de la industria pesquera, es la experiencia acumulada a lo largo de los 35 años de vida del Instituto Nacional de la Pesca. Otro elemento también determinante ha sido la integración del medio ambiente y el desarrollo sustentable como conceptos básicos en el ámbito pesquero, propiciado por la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. La participación del sector productivo, a través de la Cámara

Nacional de la Industria Pesquera y de la Confederación Nacional de Cooperativas Pesqueras ha sido fundamental para obtener valiosa información de muestreos, prospecciones, bitácoras y programas de observadores.

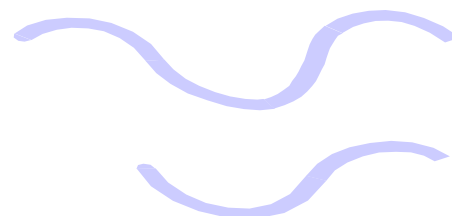
Este análisis no hubiera sido posible sin esta integración y sin el sustento histórico que lo convierten en un instrumento de gestión con una naturaleza cuantitativa que hasta ahora había estado ausente en la evaluación y el manejo de nuestros recursos pesqueros. Queda así reflejado el esfuerzo y la dedicación de cerca de un centenar de personas, entre investigadores, técnicos, personal administrativo y mandos medios y superiores, que participaron directamente en la elaboración de este libro, proyecto prioritario para la SEMARNAP y el Gobierno Federal, que caracteriza el estado actual de las principales pesquerías de México.

El presente libro, producto de la investigación del Instituto Nacional de la Pesca, es un trabajo institucional de la SEMARNAP que proporciona a la sociedad mexicana un instrumento para la toma de las decisiones en la gestión responsable y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros de nuestra nación.



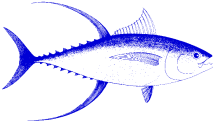
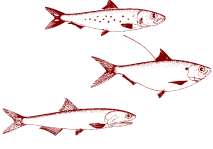
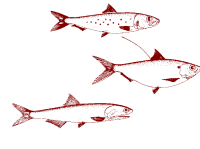
Tabla 3. PESQUERIAS: DISTRIBUCION, SITUACION ACTUAL Y RECOMENDACIONES DE MANEJO

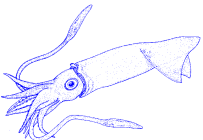
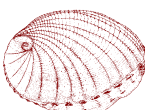
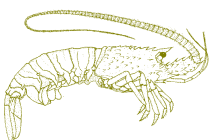
-  Pesquería con potencial de desarrollo
-  Pesquería aprovechada al máximo permisible
-  Pesquería en deterioro



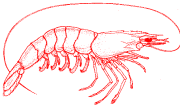
OCEANO PACIFICO

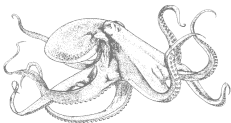


camarón blanco 	Sinaloa, Oaxaca y Chiapas	veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
camarón azul 	Sinaloa y Sonora	veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
camarón café 	Sinaloa, Sonora, Oaxaca y Costa Occ. Península B.C.	veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
atún aleta amarilla 	ZEE y aguas internacionales	cuota máxima de pesca incidental de delfines por población; moderado incremento de flota sujeto a negociación internacional
barrilete 	ZEE y aguas internacionales	especie alternativa de la pesquería del atún aleta amarilla con elevado potencial de desarrollo
sardina monterrey 	Costa Occ. Península Baja California	talla mínima de 150 mm de longitud; no incrementar el número de embarcaciones en la pesquería; cautela por el ENOS 1997-98
anchoveta 	Costa Occ. Península Baja California	talla mínima de 100 mm de longitud; no incrementar el número de embarcaciones en la pesquería; cautela por el ENOS 1997-98
sardina monterrey 	Golfo de California	veda durante el verano, talla mínima de 150 mm de longitud; no incrementar el número de embarcaciones; cautela por el ENOS 1997-98

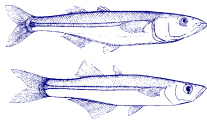
anchoveta 	Golfo de California		veda durante el verano, talla mínima de 100 mm de longitud; no incrementar el número de embarcaciones; cautela por el ENOS 1997-98
tiburones 	Costa del océano Pacífico		restricciones a la pesca en áreas de crianza; no aumentar esfuerzo pesquero
tiburón zorro 	ZEE		veda en marzo y agosto; captura fuera de las 50 millas náuticas a partir de la línea de costa en la porción continental
tiburón volador 	ZEE		veda en junio y agosto; captura fuera de las 50 millas náuticas a partir de la línea de costa en la porción continental
calamar 	Golfo de California		escape del 40% de la biomasa desovante; incremento al valor agregado
abulón 	Costa Occ. Península Baja California		veda temporal, veda espacial; reducción de 25% de cuotas de captura
langosta espinosa 	Costa Occ. Península Baja California		límite de captura anual: menos de 1,240 toneladas
erizo de mar 	Costa Occ. Península Baja California		reducir esfuerzo pesquero al 60% del nivel actual, cuota anual de captura máxima de 1,700 toneladas

	pepino de mar 	Costa Este de B.C.S.		cambio de categoría en la NOM-059-ECOL-1994, de especie en peligro de extinción a especie sujeta a protección especial

GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE				
	camarón café 	Tamaulipas-Veracruz		veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
	camarón blanco 	Sonda de Campeche		veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
	camarón rosado 	Sonda de Campeche		veda temporal; no más esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial
	camarón siete barbas 	Sonda de Campeche		veda de mayo a octubre y un máximo de 200 pangas en la pesquería
	camarón rojo 	Contoy, Q. Roo		dos vedas al año; no incrementar el esfuerzo pesquero
	camarón de roca 	Contoy, Q. Roo		veda temporal; no incrementar el esfuerzo pesquero

atún aleta amarilla		Z.E.E. del Golfo de México		límite de 45 embarcaciones de la misma potencia que las que pescan actualmente
cazón de ley		Costa del Golfo de México		restricciones a la pesca en áreas de crianza; veda temporal durante mayo y junio
mero		Sonda de Campeche		reducción del 40% de la tasa de explotación, cuotas menores y talla mínima de 30 cm
pulpo		Sonda de Campeche		veda temporal de enero a agosto; no pescar con gancho; no aumentar el esfuerzo sobre <i>O. maya</i>
langosta espinosa		Península de Yucatán		no más esfuerzo pesquero, posible reducción gradual del esfuerzo
caracol rosado		Banco Chinchorro		veda total por dos años y después: talla mínima de 20 cm de longitud total de la concha, cuota de captura de 45 toneladas
caracol rosado		Isla Cozumel		veda total por dos años y después: talla mínima de 20 cm de longitud total de la concha, cuota de captura de 10 toneladas

AGUAS INTERIORES

	multiespecífica 	Lago de Pátzcuaro		desaparición del chinchorro de arrastre, número máximo de redes agalleras de 7,000; veda temporal del 1º de marzo al 31 de mayo; aplicar un plan de manejo integral junto con otras instituciones



World fisheries catch has been stable since ten years ago, despite the increase in fishing capacity. This has resulted in the reduction of fishing banks and the collapse of fisheries that until half a century ago seemed inexhaustible. This excessive growth of fishing capacity, fostered by economic and social factors, in combination with the incidental catch of non target species, with the low attention paid to the environment by countries with high seas fleet, and specially aggravated by the general lack of definition of legal fishing rights, has been the cause of these failures. However, it is clear that many of these fisheries catastrophes could have been avoided if appropriated management measures based on quality quantitative scientific evidence could have been implemented.

Mexico is not alien to this problematic world situation; catch has increased slightly during the past few years, oscillating around 1.5 million metric tons per year, but fishing capacity has increased considerably. In order to achieve sustentability, and to implement responsible fisheries in Mexico, according to the Code of Conduct for Responsible Fisheries from FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), it is necessary to take effective and consistent management measures based on the best scientific evidence available. This requires to establish precise technical definitions on the sustainability status of fisheries resources, a goal that has been strengthened during the past years with the establishment of the Secretary for the Environment, Natural Resources and Fisheries (SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), and the restructuring of the National Fisheries Institute (INP, Instituto Nacional de la Pesca).

The determination of the sustainability status of the main fisheries resources in Mexico is precisely the objective of this work. Sustainability status can be defined as the relationship between fisheries exploitation and the biological renewal capability of the resources, modulated by environmental conditions, with inter-and intra-generational equity, and a long term vision.

This book, that establishes the scientific view of INP, formulates management recommendations so that deteriorated fisheries can be rebuilt, so that those fisheries that are currently exploited at a maximum can maintain its catch levels, and so that those fisheries that have a development potential can be exploited within a sustainability framework.

It is considered that a fishery has development potential when it has a high probability of increased catch. That is the reason why fishing effort can also

increase albeit in a controlled and precautionary way. For the case of fisheries currently exploited at a maximum it is considered that they have reached an optimal level of exploitation so that fishing effort cannot be increased in order to avoid over exploitation. Deteriorated fisheries are those for which there is an excess of fishing capacity, low biomass levels and a diminished recruitment ability.

In order to achieve this objective, there were required on one hand biological information of high standards and quality time series of consistent fisheries data. On the other hand--and as the central and definitive element of this work--it was necessary to apply recently developed quantitative methods; an approach that allows the integration and analysis needed to determine the sustainability level of each fishery. These new management strategies are based on *dynamic modeling* and take into account explicitly uncertainty associated to estimation and management strategies, incorporating in this way risk into decision making, a factor that previously was neither explicit nor estimated. These recent quantitative concepts, strengthened by the use of biological reference points and used jointly with new fisheries management tools such as adaptive management and the precautionary approach, are the methodological basis of the analyses in this book.

Mathematical models that are applied in a dynamic way to fisheries provide answers that are closer to reality, and more precise management results. For example, environmental effects are explicitly included in the *Schaefer dynamic biomass model* by way of sea surface temperature anomalies. Examples of this application can be found in chapters on invertebrates such as sea urchin, abalone, and spiny lobster in the Mexican Pacific.

Other types of models were also used in this work, such as yield per recruit and those that simulate population age structure such as CANSAR and cohort analysis. These models were used to study small pelagics, red grouper, octopus, tuna and shrimp fisheries. In accordance with characteristics of specific fisheries, spatial models were also used such as YAREA for queen conch, demographic models for sharks, and depletion models for Caribbean spiny lobster and sea cucumber fisheries.

With the objective to determine the sustainability status of fisheries, and these quantitative modern approach--never before applied in Mexico for fisheries management, the 18 most important fisheries were analyzed. Ten of them are located in the Mexican Pacific, seven in the Gulf of Mexico and the Caribbean sea, and one in inland waters.



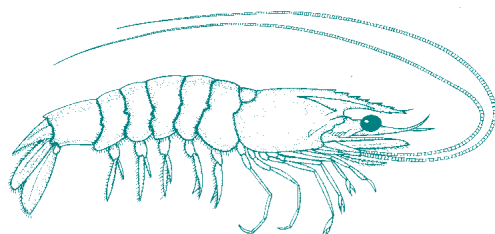
In order to achieve an equilibrium between the biological dynamics, the historical focus, the quantitative approach and the management strategies, each chapter is divided in three main sections: The **Fishery**, where the biology of the species, fishing gear, trends in catch and effort and socioeconomic indicators are described. The section on **Management** describes the management measures in use and the quantitative approach and model used. In **Perspectives**--based in the results of the model employed--the status of each fishery is established, in one of the following categories: a) with development potential, b) exploited at the maximum allowable, or c) deteriorated and in need of recovery. Appropriated management strategies are suggested for each case and fishery.

The following is a descriptive summary of the main results for each fishery:



PACIFIC OCEAN

SHRIMP, PACIFIC



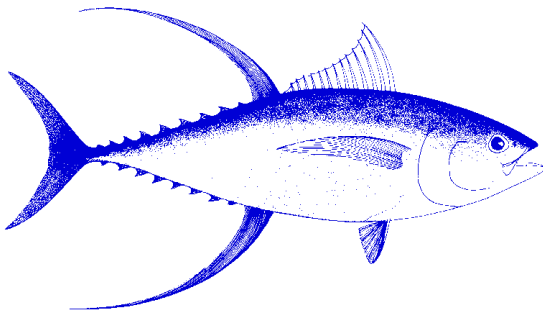
This fishery is the most valuable for the country; 70% of the shrimp produced in Mexico comes from the Pacific Ocean. This fishery has a lot of social and

economic relevance because fleets and fishermen with different gear catch shrimp in three stages of its life cycle: adults at sea by shrimp trawlers, juveniles in coastal lagoons and bays by artisanal fishermen, and wild post larvae to supply the demand of shrimp aquaculture, especially in the northwest. The most important species are white (*Penaeus vannamei*), blue (*P. stylirostris*) and brown shrimp (*P. californiensis*). Highest catch at sea is obtained by the fleets of



Guaymas, Mazatlan, Salina Cruz and to a lesser extent by fishermen in

the upper Gulf of California and the west coast of Baja California. Production has been stable at around 50 thousand metric tons during the last five years with a live weight production of 57,430 tons in 1996 and 66,505 ton in 1997. The quantitative analysis was based in a biomass dynamic model and an age structured model with delayed recruitment. Several management scenarios for the different populations and fishing areas were analyzed. Brown shrimp biomass is at a level of maximum productivity, but biomass for both white and blue shrimp are below that level; however, this last one shows slight recovery signals. Overall results show that the fishery is **exploited at the maximum allowable level**. This is the reason why the 1,475 shrimp trawlers in operation and the fishing effort both on coastal lagoons and on wild post larvae cannot be increased. It is necessary to continue with seasonal closures, do not allow fishing mortality to increase, and--paying attention to long term biological and economic criteria--to establish measures to reduce exploitation rates on all stages of the life cycle. It is expected that the ENSO 1997-1998 would be beneficial for shrimp aquaculture because post larvae will find favorable environmental conditions for growth. It is also possible that a winter cycle could be produced.



TUNA, PACIFIC

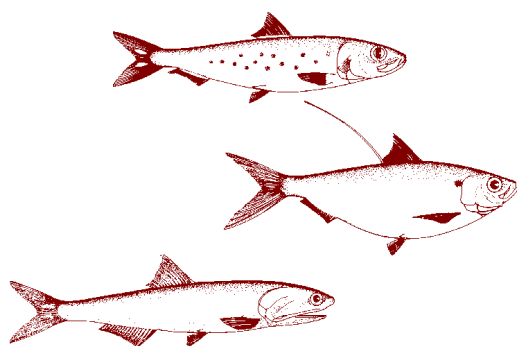
The Mexican tuna fleet is the most important of the eastern tropical Pacific. Mexico has 81 tuna vessels that catch 40% of the total in the area. Furthermore,

highly efficient purse seine catch techniques have diminished almost totally the incidental take of dolphins, the most important ecological problem in the fishery. The most important species in the fishery are yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*). Mexico caught 140,071 tons in 1997, of which 90% was yellowfin tuna. Assessment models used were cohort analysis and biomass in equilibrium. The fishery is considered with a slight **development potential** for yellowfin tuna, while for skipjack the potential is higher, in



the order of 30 to 50 thousand tons per year. However, this potential, as

well as effort controls and quotas or similar management tools will be a matter of international talks among the countries that participate in the fishery. It has been demonstrated that dolphin stocks are not affected by the incidental take. After high level negotiations and after generating high quality scientific evidence through an observer program that encompasses 100% of the fishing trips--together with other participant countries, the tuna industry, and NGOs--a change in U.S. Laws and Regulations was accomplished so that this country could allow again the import of tuna caught in association with dolphins. This is an accomplishment without precedent in the commercial relationship between our countries, so that the tuna embargo has almost been lifted for Mexico, and the tuna industry will be able to export again to the U.S. This will be possible as soon as the Dolphin Conservation Program Agreement is signed and ratified; something that is expected to occur during 1998. It has been observed that the ENSO phenomena favors in general yellowfin tuna recruitment; however, catch could diminish during 1998 because--among other factors--an expected increase in effort, and because the thermocline deepens in the area and this reduces yellowfin tuna vulnerability to purse seines.



S MALL PELAGICS

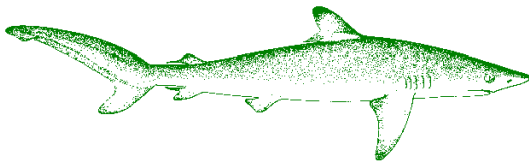
This is a massive multi species fishery that contributes on the average with 50% of total catch for the country. Fishing grounds are located in the Gulf of California and the west coast

of the Peninsula of Baja California. The most important species are Monterey sardine (*Sardinops caeruleus*), northern anchovy (*Engraulis mordax*) and thread herring (*Opisthonema libertate*), used mostly for reduction and production of fish meal. Abundance of small pelagics stocks changes rapidly because they are highly affected by environment variation. This is the reason why overall catch shows irregular patterns. For example, Monterey sardine, after being almost non existent in the 1992 catch contributed with more than 150,000 tons in 1997. Total small pelagics catch for this year was 464,777 tons. Models use were cohort



analysis, age structured (CANSAR) and neuronal networks. These

indicate that the fishery in general has a **development potential**; but the interplay with the environment calls for caution. In the west coast of the peninsula of Baja California, the anchovy fishery is deteriorated but the fishery for Monterey sardine could increase rapidly, especially if the environment is favorable for recruitment. In the Gulf of California, the anchovy, the Monterey sardine, and the thread herring fisheries have a slight development potential. However, the ENSO of 1997-1998, perhaps the strongest of the century, will probably impact so that catch of Monterey sardine and northern anchovy will be lower, but it will also make the thread herring sardine catch increase. Adaptive management with a fixed exploitation rate is recommended, as well as management measures already in use such as area and seasonal closures and a minimum legal size.



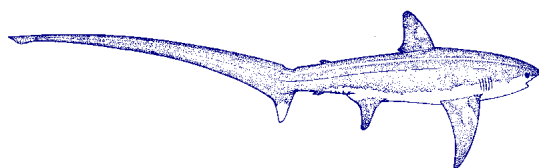
HARKS, PACIFIC
ARTISANAL FISHERY

S

In 1997 production of all shark species was 18,031 tons. The coastal Mexican Pacific has contributed

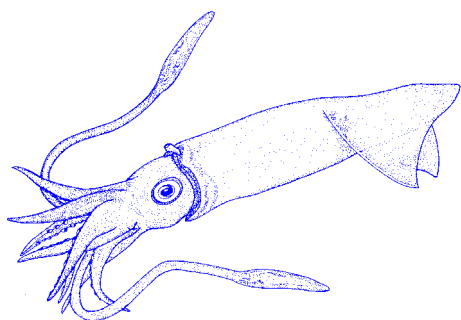
with around 65% of the national production over the past 20 years. Main fishing grounds are located in Chiapas and the Gulf of California and some 40 shark species are taken in the fishery. There are around 700 fishing licenses for commercial shark fishing but the number of small artisanal boats (pangas) that take part in the fishery is unknown. Analysis and management are difficult because of the lack of catch and effort data by species; statistics only refer to "sharks". Demographic models were used. It is considered that the fishery is fully utilized, **exploited at the maximum allowable**. It is therefore necessary that fishing effort on these shark populations not be increased. Needed management actions include better recording of catch and effort data, separated for the most important species, and assessing the impact of fishing mortality of juveniles and immature individuals in nursery areas. It will also be required to assess incidental take of sharks in other fisheries such as the tuna fishery. The possible impact of the ENSO 1997-1998 on nursery areas is unknown.





OCEANIC SHARKS

Exploitation of oceanic sharks by Mexico is relatively recent. There are 20 vessels fishing in waters of the Mexican Pacific. Trends in catch over the past 10 years show an apparent reduction for thresher (*Alopias pelagicus*), blacktip (*Carcharhinus limbatus*), and hammerhead sharks (*Sphyrna zygaena*), and an increase on blue shark (*Prionase glauca*), however this do not necessarily means reduced population abundance. Annual catch is about 440 tons taken by 21 to 23 registered vessels. Given the relatively small catch and the large area of distribution of these species, it is considered that oceanic sharks of the Mexican Pacific are a resource with **development potential**. However, most of these species are highly migratory so that their management and conservation require international cooperation. It could be more difficult to find oceanic sharks during 1998, because they tend to move away from the coast during the ENSO phenomena.



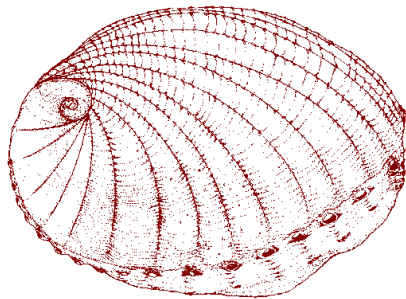
GIANT SQUID

Catch of giant squid (*Dosidicus gigas*) increased from 108 thousand tons in 1996 to 121 thousand in 1997, the second largest fishery by volume in Mexico. This species migrates periodically to the Gulf of California in large numbers, in a way difficult to predict. In the fishery participate pangas, sardine vessels and adapted shrimp trawlers as well as high technology gear dedicated squid vessels. The squid fishery is more important when the shrimp fishing is prohibited due to seasonal closures. The age structured model used considers scenarios with several seasonal recruitment levels. It is concluded that the fishery has **development potential**, but it is of high risk, because it depends heavily on the recruitment of juveniles to the fishery. This is especially important during a season in which there is a



strong ENSO, because it is highly uncertain to estimate recruitment. A

reference point of 40% escape of 1996 spawning biomass is established. It is also possible that due to increased sea temperature, squid will leave the Gulf of California, diminishing the catch for 1998. Other important problems for the development of this fishery are a better quality for exports and to obtain better prices for the raw product.



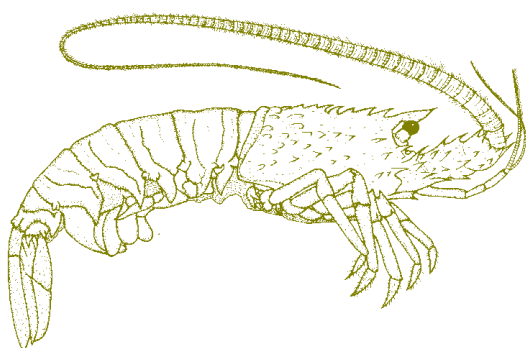
A_{BALONE}

Abalone fishery has been the key to the development of many Baja California communities for over a century. The most important species are yellow (*Haliotis*

corrugata) and blue abalone (*H. fulgens*), with a catch of 924 tons in 1997, at an average price of \$1,250 USD per case (48 cans, 300 g each). This fishery is the fourth largest in Mexico, in value landed. The cooperatives that exploit this resource have concession licenses in well defined areas. It is a highly valued commodity in the international market and due to its benthic habits is also highly vulnerable to both exploitation and environmental changes. This is the reason why a dynamic biomass model that includes explicitly environmental variability and its effects on growth and reproduction rates was used. Results indicate that abalone populations are **deteriorated** and that it is necessary to establish a recovery management strategy. Biomass at most fishing grounds is well below the level required for maximum biological productivity--in some cases there has been a reduction of one order of magnitude in the catch--so that it is required for some cooperatives to reduce its quota so that the objective reference point (next year biomass cannot be lower than this year biomass) can be reached. Under this strategy, quotas for 1997 were reduced between 10% and 25%, depending on species and cooperative. Furthermore, some areas were closed permanently. A similar situation--could be even worse--is expected for 1998 because the 1997-1998 ENSO phenomenon could strongly affect recruitment. This will be more noticeable within the next three or four seasons, requiring perhaps of even more restrictive management measures. Several other problems in this fishery include furtive take (very difficult to



control), and the presence of the withering syndrome that apparently has moved south from California waters (where commercial fishing is already closed). The experience acquired over several years of enhancement and aquaculture research will help on the recovery of this resource.

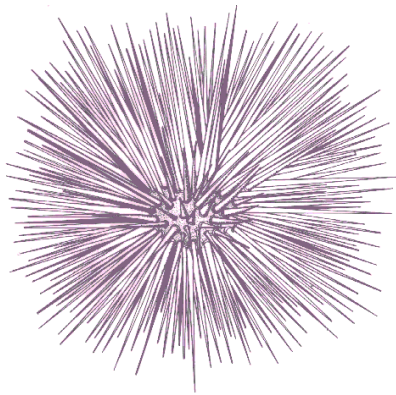


S PINY LOBSTER, BAJA CALIFORNIA

Four species of lobster are taken in the fishery, and of those the red spiny lobster (*Panulirus interruptus*) is the most abundant and of higher commercial value. Although catch has varied considerably, it is considered

a stable fishery. Catch in 1997 was 1,708 tons. The 29 cooperatives that exploit this resource in Baja California are the same that capture also abalone, so that the licensed areas for each cooperative are almost the same for both resources. The only difference is the fishing gear that for lobster is bottom traps. A dynamic biomass model was utilized. The model includes explicitly environmental effects on growth and reproduction. The analysis indicates that the fishery is stable, with a slight **development potential**. However, in order to maintain the system in equilibrium, a maximum quota of 1,240 tons per year is recommended. The 1997-1998 ENSO may have a negative effect on medium term catch. However, it is expected that the trend for 1998 and the following years will remain stable.

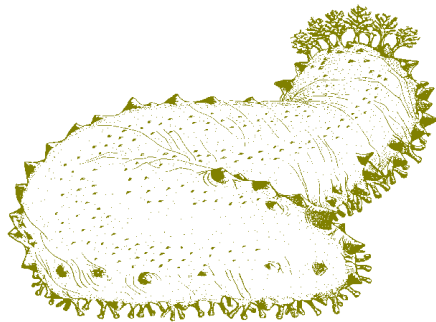




S URCHIN

Sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) fishery is artisanal; in 1997 almost 2000 tons were harvested. Gonads are commercialized in the Asian markets. However, the trend has been lower catches since ten years ago. Most catch areas are located in the west coast of the Baja California

Peninsula where there are 51 cooperatives, associations and fishing licensees. Fishing gear is scuba diving. This benthic resource is highly vulnerable to fishing exploitation, sea urchin is also very sensitive to environmental changes; That is why a biomass dynamic model was used, and the effects on the environment upon growth and reproduction rates were explicitly considered. The analysis shows that since 1987, sea urchin biomass has been at a lower level than that of maximum biological productivity. Thus, the fishery is **deteriorated**, and in order to achieve the reference point established (increase biomass to the level of maximum biological productivity), fishing effort should be reduced to 60% of the current level and a quota of maximum 1,700 tons per year should also be established. There is a possibility that 1998 catch will be reduced due to the effects of the 1997-1998 ENSO.



S EA CUCUMBER

The sea cucumber fishery (*Isostichopus fuscus* is the species more important to the international markets) has been in permanent closure

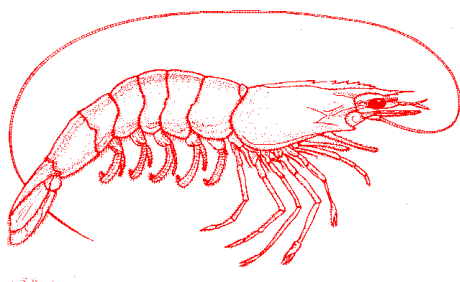
since 1994 when the species was considered in danger of extinction. A local depletion model applied to the eastern part of Baja California Sur



state indicated that the fishery is deteriorated, at about 10% of its 1989 level. It is concluded that furtive fishing has been the principal cause of biomass reduction in the area--activity very difficult to control--and it is suggested that enforcement should be shared among users, diminishing costs and increasing effectiveness. It is also suggested that user participation could be useful in fisheries experimental designs within adaptive management. Environmental conditions resulting from the 1997-1998 ENSO will not be favorable for population recovery. It is proposed that a solution could be to assign property rights by area and to establish a monopsony to commercialize all sea cucumber from Mexico. In order to determine if there is a potential for development in the rest of the Pacific for this and other species, and to reverse the critical status of deterioration, it will be necessary to consider a change in category in the Official Regulation NOM-059-ECOL-1994, to a species under special protection, thus allowing a regulated fishery.



GULF OF MEXICO AND THE CARIBBEAN SEA

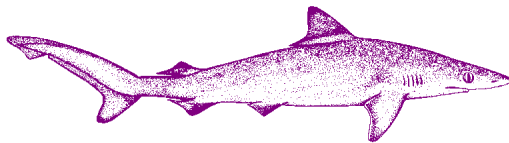


SHRIMP, GULF OF MEXICO AND THE CARIBBEAN SEA

There are three main fishing regions for shrimp: Tamaulipas and the north of Veracruz where the important species is brown shrimp (*Penaeus aztecus*), the



Campeche Sound where pink (*P. duorarum*), white (*P. setiferus*) and Atlantic seabob (*Xiphopenaeus kroyeri*) are taken, and the Caribbean sea where redspotter shrimp (*P. brasiliensis*) and rock shrimp (*Sicyonia brevirostris*) are exploited. Catch during 1996 and 1997 has been about 20 thousand tons on the average. For management analysis in each region age-structured models are employed and seasonal closures are simulated. Results show that the three areas are **exploited at the maximum allowable**, and cannot sustain more effort for both the industrial and the artisanal fishing sectors. The 770 shrimp trawlers at sea and fishing effort in coastal lagoons cannot be increased. Seasonal and area closures have shown to be appropriated management measures to maintain shrimp populations at current catch levels, and to allow for population recovery where needed. Closures protect recruitment or reproduction, depending on species and fishing areas. A factor that diminishes its effectiveness, however, is a high fleet mobility. Brown shrimp population is in good shape and has sustained the fishery over the last years. White shrimp, and especially pink shrimp populations are highly deteriorated with biomass levels well below that of maximum biological productivity. However, it is expected that for part of 1998 catch will increase due to changes in management and to the warmer conditions resulting from the 1997-1998 ENSO, developed in the Pacific Ocean, but with global impact.



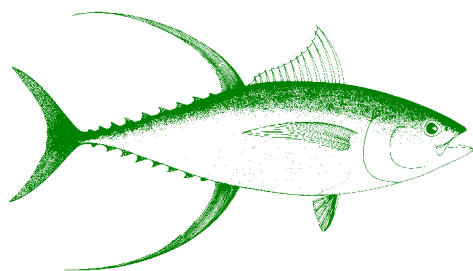
S HARKS, GULF OF MEXICO

In 1997 shark production in the Gulf of Mexico was 5,780 tons. About 35% of the

national production comes from this region. The artisanal shark fishery is highly valuable as a food and employment source for coastal communities in the Gulf of Mexico. Most important states in the shark fishery are Veracruz and Campeche. There are about 400 commercial licenses for sharks in this region, allowing about 3600 pangas to fish. This multi specific fishery takes 33 shark species, of which 10 contribute with 90% of the artisanal catch. Assessment of shark species under exploitation is difficult because of the lack of historical records of catch and effort by species. The analysis used in the present work included



demographic models that incorporate biological parameters such as fecundity, longevity, age and growth. With this approach, it was concluded that the fishery for the Atlantic sharpnosed shark, *Rhizoprionodon terraenovae* is at the **maximum allowable level** and if current exploitation rates continue, the population (it contributes with 46% of the Gulf of Mexico catch) could be in danger of a heavy decline. The same analysis applied to the second most abundant species (15% of the catch), bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, determined that it is also exploited at the **maximum allowable level**, although it is in relatively better shape due to its higher reproductive potential and its accordingly higher population renewal rate. Management actions for this fishery, both for small and large species should include the following: to monitor catch and landings as well as effort by species; the impact on traditional fishing on nursery areas should also be assessed. Given the results with these two species, and given that 90% of the catch of the most important species are made of immature individuals, it is necessary not to increase current effort level in the fishery.

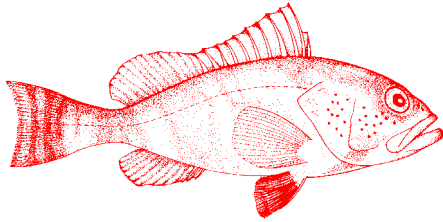


TUNA, GULF OF MEXICO

This is the only truly oceanic fishery that occurs within the Economic Exclusive Zone, with yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) as the objective species. 1,096 tons were obtained in 1997. There are

about 20 longline vessels in the Gulf of Mexico and fishing is highly selective, promoting the full use of the incidental take of sharks, billfish and other tuna species; besides, no dolphin species are involved in this fishery. Mathematical models used include cohort analysis and surplus biomass. Stock assessment indicates that the fishery has a **development potential**. Accordingly, Official Regulation NOM-023-PESC-1996, establishes a limit of 45 longliners to use tuna in a sustainable way. All vessels should have a scientific observer on board from the Longline Research Program in the Gulf of Mexico, in collaboration with the fishing industry. It is expected that catch in 1998 will be similar to that of 1997.

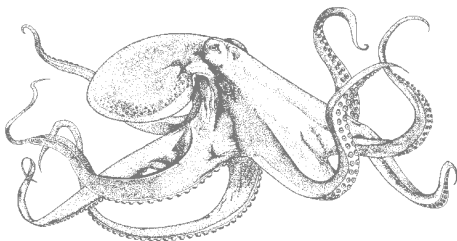




R GROUPER

The red grouper (*Epinephelus morio*) stock found in the Campeche Sound is the largest in the world. This stock is

exploited mainly by three fleets: an artisanal, with 3,440 pangas in operation, and two industrial fleets (Mexican with 539 vessels and Cuban with 16 vessels) with mid-size vessels that carry small fishing boats. Catch has varied between 8 and 14 thousand tons over the last 10 years; in 1997 11,446 tons were obtained. However, simulations from the age structured model used indicate that the fishery is **deteriorated**. Although there is considerable uncertainty around the estimation of current biomass (between 20,000 and 60,000 tons), the level is well below that of maximum biological productivity. A reference point (to recover biomass to the level existing in 1995) is established as a management objective. In order to reach this goal, it is required to diminish exploitation rate by 40%, restricting fishing effort by all fleets and establishing a lower quota for the Cuban fleet. Mid term management of this fishery requires of specific information on effort and possibly will also require area closures to protect reproduction and nursery areas.



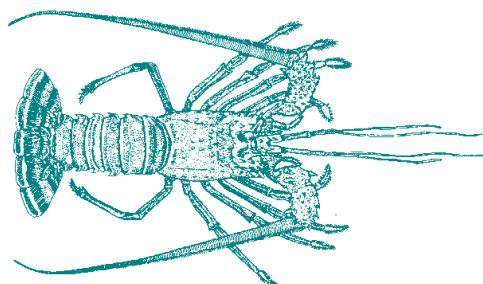
O CTOPUS

Both *Octopus maya* (endemic species) and *O. vulgaris* are taken in Yucatan by an artisanal fleet and an industrial fleet with larger vessels (about 500)

that carry about 10 "alijos" (small wooden boats). The fishery has registered excellent catch the last years, 28,572 tons in 1996 and



17,776 tons in 1997. However, these are not sustainable; there may be problems with recruitment and as a consequence a high risk of low catch in the next years due to excess fishing capacity. The age structured model employed includes the effect of gravid female migration, and indicates that fishing mortality has increased the last years--especially due to a more efficient gear technology--making the stocks more vulnerable. Octopus fishery in general (particularly *O. maya*) is therefore **exploited at the maximum allowable** and requires that effort and fishing mortality do not increase in order to protect recruitment and to maintain sustainable catch levels at about 10 to 12 thousand tons per year. Due to the excess of fishing in 1996 and 1997, and because recruitment requires of good environmental conditions, it is expected that the catch for 1998 will be lower.



SPINY LOBSTER, CARIBBEAN

Fishery of spiny lobster (*Panulirus argus*) is carried out along the coasts of Yucatan and Quintana Roo states, using scuba diving. It is artisanal but highly productive because it has a high landed value (\$26 USD per kg in 1996 and 1997). Catch

for the Caribbean in 1997 was 844 tons, about 63% of the maximum reached 10 years ago. About 400 pangas and 14 vessels fish in both States. Most cooperatives that exploit this species have concessions and areas of operation in well defined territories. Official Regulation NOM-006-PESC-1993 establishes a minimum size (135 mm abdominal length for the center of Quintana Roo and 145 mm for the rest of the fishing area) and seasonal closures (March 1st. to June 30). Biomass dynamic models and cohort depletion analysis. indicate that the fishery is **exploited at the maximum allowable** in both states. There is a fraction of the stock that has a potential for development in the Campeche Sound but its feasibility needs to be assessed. This is a stable and mature fishery in which--attending to social and economic factors--it is suggested that a gradual effort reduction would be beneficial so that all fishermen could be integrated into the legal regime of concessions. It is expected that the catch for 1998 will be stable and of a level similar to that of 1997.





Q UEEN CONCH

The queen conch (*Strombus gigas*) has a long tradition in the Mexican Caribbean. It is the official animal of the State of Quintana Roo. However, its deteriorated status has reached such a level that it is currently exploited only at Banco

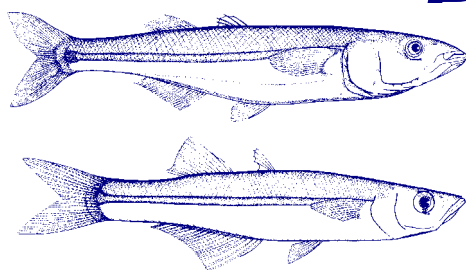
Chinchorro and at Isla Cozumel. About 70 pangas used by almost 140 fishermen are in the fishery that has show a declining trend since 10 years ago. Since the beginning of this decade about 57 tons per year have been taken but biomass levels have not recovered. The age structured model used represents the distribution and spatial dynamics of biomass and fishing effort. The model indicates that the fishery is **deteriorated**, and that, in order to achieve the reference point (a biomass of at least 470 tons), a closure of at least two years is required, continuing after that period with current management measures. These are a minimum legal size of 20 cm total shell length, and a quota of 45 annual tons at Banco Chinchorro and of 12 annual tons at Cozumel. In order to diminish the problem of furtive fishing it would be convenient to incorporate users into enforcement.





INLAND WATERS

DATZCUARO LAKE



In this lake a multi specific artisanal fishery takes place. It is based on 11 endemic species (silverside, white fish, goodeids, and a salamander) and three introduced species (carps, largemouth bass and

tilapia); the catch was around 600 tons in 1997. The lake fishery has been a tradition of the Purepecha Indians, but it is affected by outside factors such as deforestation, pollution and eutrophication. In order to analyze production, an auto regressive moving average time series approach and a dynamic bioeconomic model with functional groupings were used. These models indicate that the fishery is **deteriorated** and that it requires--together with the lake itself--of a recovery strategy that includes enforcement of legal minimum sizes, area and seasonal closures (already in place for 1998), permanent prohibition for high fishing power gear such as the 85 beach seines currently in use, and that the overall effort be no larger than 3,567 gillnets. There is a high probability that catch in 1998 will be smaller than 1997 catch. Given the interdisciplinary nature of the problem, these management measures should be implemented in coordination with academic institutions, and governmental as well as non governmental organizations.





CONCLUSION

The analyses of these 18 fisheries included more than 32 fishery resources that encompass 109 species that inhabit 16 regions in the Pacific Ocean, the Gulf of Mexico, the Caribbean Sea and Inland Waters. These fisheries include 65% of the volume landed and approximately 67% of the value landed during 1997*.

The work "**SUSTAINABILITY AND RESPONSIBLE FISHING IN MEXICO. ASSESSMENT AND MANAGEMENT 1997-1998**" shows that fisheries in our country have not reached in general a critical status, however, the interaction between the excess of fishing capacity and various factors, has put some of them in a deteriorated status that requires recovery strategies. Such is the case of the northern anchovy in the west coast of Baja California, abalone, sea urchin, sea cucumber, queen conch, red grouper, and the lake of Patzcuaro fisheries.

Other fisheries have stable captures but if the level of effort increases, it could jeopardize stocks and fisheries themselves. This is the case of those fisheries currently exploited at the maximum allowable, such as shrimp and shark both in the Pacific Ocean and in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, the octopus and the spiny lobster in the Caribbean.

In contrast, there are fisheries with a possibility of increased catch due to their development potential. Examples of these are tuna both in the Pacific Ocean and in the Gulf of Mexico, Monterey sardine, giant squid and Baja California spiny lobster.

In *Table 1* there is a summary of global results by fishery and coast. In *Table 2* the number of species in the analysis are included. Results show that at the national level, 67% of the fisheries (79% of the species) cannot sustain more effort because they are deteriorated or fully exploited. In the Pacific Ocean the corresponding figures are 50% of the fisheries and 51% of the species. In the Gulf



* Excluding fresh water species and aquatic plants

of Mexico and the Caribbean Sea, the figures are 86% of the fisheries and 97% of the species. These results show the need to redirect the growth of the sector towards those fishery resources where exploitation has expansion possibilities.

Table 1. Sustainability status of fisheries analyzed in 1997-1998.

PACIFIC OCEAN		GULF OF MEXICO AND CARIBBEAN SEA		INLAND WATERS	
Fishery	Status	Fishery	Status	Fishery	Status
Shrimp	λ	Shrimp	λ	Pátzcuaro Lake	λ
Tuna	λ	Sharks	λ		
Small pelagics	λ	Tuna	λ		
Shark	λ	Red grouper	λ		
Oceanic sharks	λ	Octopus	λ		
Giant Squid	λ	Spiny lobster	λ		
Abalone	λ	Queen conch	λ		
Spiny lobster	λ				
Sea urchin	λ				
Sea cucumber	λ				

λ = development potential

λ = exploited at the maximum allowable

λ = deteriorated

Table 2. Sustainability status by species and fisheries

FISHERY STATUS	DEVELOPMENT POTENTIAL		EXPLOITED AT THE MAXIMUM ALLOWABLE		DETERIORATED		TOTAL	
	f	spp	f	spp	f	spp	f	spp
Pacific Ocean	5 (50%)	32 (49%)	2 (20%)	24 (36%)	3 (30%)	10 (15%)	10	66
Gulf of Mexico and Caribbean Sea	1 (14%)	1 (3%)	4 (57%)	26 (90%)	2 (29%)	2 (7%)	7	29
Inland Waters					1 (100%)	14 (100%)	1	14
Total	6 (33.3%)	33 (30%)	6 (33.3%)	50 (46%)	6 (33.3%)	26 (24%)	18	109

f = fisheries spp = species



Table 3 shows a summary of recommendations by resource (species, population or stock) and fishing region, and includes the most viable management options to contain or reverse the negative trends, to maintain the conditions of full exploitation or to promote a sustainable growth and development.

A factor that has been decisive for the completion of this academic work--with practical applications for management and recommendations for the development of the fishing industry--has been the accumulated experience at INP over its 35 years of research. Other element also a key to success has been inclusion of the environment and the sustainability concept as basic tenants in the fisheries, promoted by the creation of the Secretary of the Environment, Natural Resources and Fisheries. Industry participation, through the National Chamber of the Fishery Industry and the National Federation of Fishing Cooperatives has been also instrumental to obtain valuable data from sampling, logbooks, assessment and observer programs.

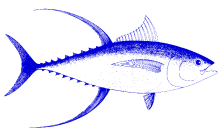
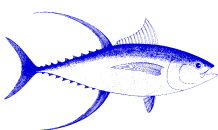
This analysis would not have been possible without this integration and without the historical background that transform it into a management instrument of quantitative nature element that had been absent from assessment and management of our fisheries resources. In this way the analysis reflects the hard work and personal effort of over one hundred people, including researchers, technicians, administrative personnel and Government officers that participated directly in the elaboration of this book. This has been a high priority project for SEMARNAP and all the Federal Government, that establishes the current status of the most important fisheries in Mexico.

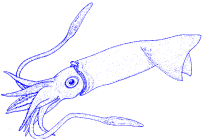
This book, a research product from the National Fisheries Institute, is an institutional work from SEMARNAP that offers the Mexican society an instrument for decision making and for the responsible management and sustainable exploitation of the fishing resources of our country.

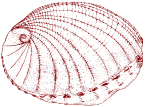


Table 3.
**FISHERIES: DISTRIBUTION, CURRENT SITUATION AND
 MANAGEMENT STRATEGIES**

-  Fishery with development potential
-  Fishery exploited at the maximum allowable
-  Fishery deteriorated

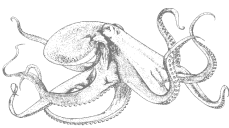
PACIFIC OCEAN			
White shrimp		Sinaloa, Oaxaca and Chiapas	 seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial
Blue shrimp		Sinaloa and Sonora	 seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial
Brown shrimp		Sinaloa, Sonora, Oaxaca and western coast of Baja California	 seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial
Yellowfin tuna		EEZ and International waters	 maximum number for incidental take of dolphins per stock; moderated increase on fleet size depending on international negotiation
Skipjack		EEZ and International waters	 alternative species to yellowfin tuna with high development potential

	Monterey sardine	western coast of Baja California		minimum size of 150 mm length; no increase in the number of vessels; caution due to 1997-1998 ENSO
	Northern anchovy	western coast of Baja California		minimum size of 100 mm length; no increase in the number of vessels; caution due to 1997-1998 ENSO
	Monterey sardine	Gulf of California		summer closure, minimum size 150 mm length; no increase in the number of vessels; caution due to 1997-1998 ENSO
	Northern anchovy	Gulf of California		summer closure, minimum size 100 mm length; no increase in the number of vessels; caution due to 1997-1998 ENSO
	Sharks	coastal waters of the Pacific Ocean		restrictions to fishing in nursery areas; no increase in fishing effort
	Thresher shark	EEZ		closure in March and August; capture outside 50 nautical miles from coast
	Blacktip shark	EEZ		closure in June and August; capture outside 50 nautical miles from coast
	Giant Squid	Gulf of California		escape of 40% of spawning biomass; added value to raw product

	Abalone 	western coast of Baja California		time and area closures; 25% quota reduction
	Spiny Lobster 	western coast of Baja California		annual quota of maximum 1,240 tons
	Sea Urchin 	western coast of Baja California		effort reduction to 60% of current level; annual quota of maximum 1,700 tons
	Sea cucumber 	eastern coast of Baja California Sur State		classification change in the NOM-059-ECOL-1994, from in danger of extinction to under special protection

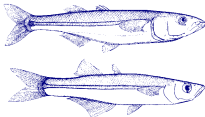
GULF OF MEXICO AND THE CARIBBEAN SEA

	Brown shrimp 	Tamaulipas-Veracruz		seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial
	White shrimp 	Campeche Sound		seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial
	Pink shrimp 	Campeche sound		seasonal closure; no increase in fishing effort both artisanal and industrial

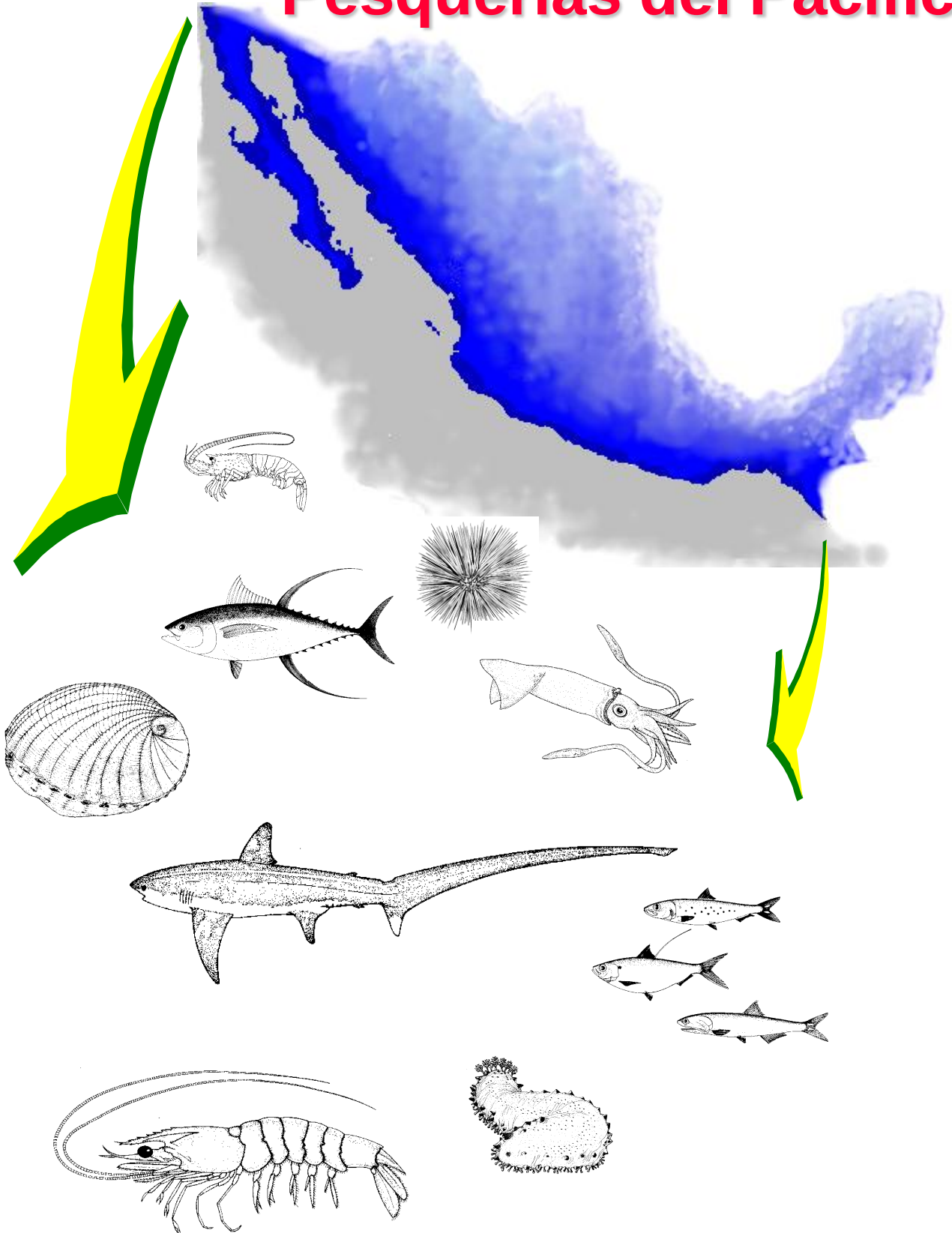
Atlantic seabob 	Campeche Sound		closure from May to October; maximum 200 pangas in the fishery
Redspotter shrimp 	Contoy, Q. Roo		two seasonal closures per year; no increase in fishing effort
Rock shrimp 	Contoy, Q. Roo		seasonal closure; no increase in fishing effort
Yellowfin tuna 	EEZ Gulf of Mexico		maximum of 45 vessels of the same fishing power as those currently in the fishery
Atlantic sharpnosed shark 	Gulf of Mexico coast		restrictions to fishing in nursery areas; closure during May and June
Red grouper 	Campeche Sound		reduction of 40% of exploitation rate; smaller quotas; minimum size 30 cm
Octopus 	Campeche Sound		closure from January to August; no hook fishing; no increase of fishing effort on <i>O. maya</i>
Spiny lobster 	Yucatan Peninsula		no increase in fishing effort; possible gradual effort reduction

	Queen conch 	Chinchorro bank 	closure for two years and then: minimum size 20 cm total shell length, catch quota 45 tons
	Queen conch 	Isla Cozumel 	closure for two years and then: minimum size 20 cm total shell length, catch quota 10 tons

INLAND WATERS

	Multi specific 	Patzcuaro Lake 	elimination of beach seines; 7,000 gillnets maximum; closure from March to May; management scheme in coordination with other institutions

Pesquerías del Pacífico



camarón

café

camarón
cristal

azul

camarón
cristal

café

camarón

azul

blanco

café

cristal

camarón

blanco

camarón

azul

camarón

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN DEL OCEANO PACÍFICO

ESPECIES: Camarón café (*Penaeus californiensis*), cristal (*P. brevirostris*), azul (*P. stylirostris*) y blanco (*P. vannamei*).

- La pesquería más importante de México: primer lugar en valor económico y tercer en volumen, décimo lugar mundial.
- Aprovechada desde la época prehispánica, inicia formalmente como pesquería en 1938.
- Son organismos de ciclo de vida corto: edad máxima, dos años; bajo las condiciones de aprovechamiento actual apenas alcanzan un año.
- El aprovechamiento se da en forma secuencial: los juveniles se capturan en sistemas lagunares y los adultos en la zona marina. Alrededor de 37,000 personas están involucradas en la actividad pesquera.
- Poblaciones con enorme capacidad de crecimiento, altamente resistentes al aprovechamiento intenso.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997 : 66,505 toneladas: 85% con respecto al máximo histórico (1982).
- Captura 1998: Probable aumento de las capturas por efectos ambientales.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Favorece el reclutamiento y el crecimiento.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Dinámico de biomasa de Schaefer y estructurado por edades de Deriso.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible (café en buen estado, blanco y azul en recuperación).

MEDIDAS DE MANEJO

- Vedas temporales, control del esfuerzo, reglamentación de las características técnicas de las artes de pesca, no pesca de la franja de cero a cinco brazas, no arrastre en las bahías (NOM-002-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Proteger el crecimiento, el reclutamiento y el periodo de reproducción.



CAMARÓN DEL OCÉANO PACÍFICO

Penaeus californiensis

P. brevirostris

P. stylirostris

P. vannamei

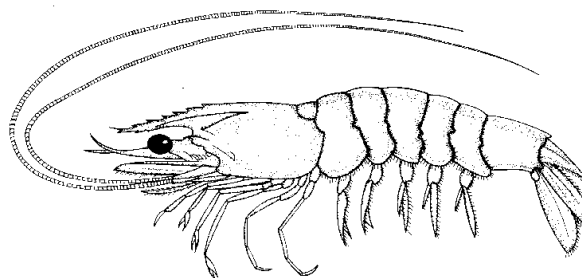
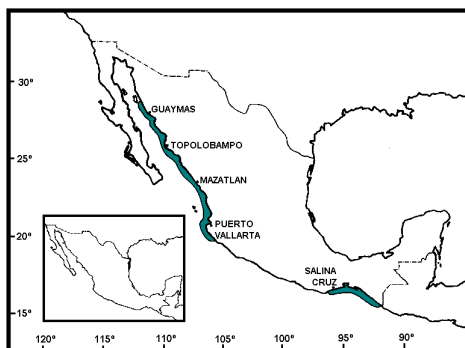
P. occidentalis

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesquería del camarón del océano Pacífico (género *Penaeus*), es una de las más importantes en México; cinco características básicas la definen:

a) Ocupa el primer lugar en México por su beneficio económico. Por la alta cotización del camarón en el mercado internacional, las exportaciones hacia Estados Unidos representan altos ingresos de divisas para México (Tabla 1).



- b) El número de empleos generado directa o indirectamente es de más de 37,000.
- c) El volumen de captura (tercer lugar nacional y décimo mundial) sólo es superado por el atún y la sardina.
- d) El camarón es una especie con ciclo de vida corto: un año, máximo dos años en condiciones silvestres; de rápido crecimiento, alta fecundidad (hasta 1.250 millones de huevos por hembra) y susceptible de ser cultivado.
- e) La pesquería de camarón es secuencial, esto es, se aprovecha por diferentes flotas y artes de pesca en tres fases de su ciclo de vida: i) como adulto, capturado por la flota de altamar o industrial, ii) como juvenil, capturado por em-

Tabla 1. Volumen y valor* del camarón del litoral Pacífico de México en 1996 (Anuario Estadístico de Pesca, 1996, SEMARNAP).

Región	Volumen (t)	%	Valor en M.N.	Valor en dólares
Golfo de California	22,067	36.04	470,767.99	3,766,143.92
Golfo de Tehuantepec	9,501	15.52	812,570.81	6,500,566.48
Cultivo	12,783	20.88	349,919.51	2,799,356.08
Total	44,351	72.43	1,633,258.31	13,066,066.48

* Valor de playa.

barcaciones menores (pangas) en las zonas someras del litoral, lagunas costeras, esteros y bahías, *iii*) como postlarvas (estadio del camarón de 6-12 mm que penetra a los sistemas lagunares con fines de crecimiento y protección) capturadas en su medio silvestre para ser cultivado.

Del total del camarón desembarcado en México durante 1996 (61,235 t), el litoral del Pacífico contribuyó con alrededor del 70%. En este litoral dos regiones destacan por la gran abundancia de este recurso y en general por su alta productividad y diversidad de especies: el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec. Ocho especies son aprovechadas y de ellas cuatro del género *Penaeus* (*P. californiensis*, *P. brevivirostris*, *P. stylirostris* y *P. vannamei*) constituyen más del 90% de la captura total (Tabla 2).

Desde la época prehispánica el camarón se capturaba en los sistemas lagunares sólo para subsistencia local o regional, costumbre que se conservó hasta finales del siglo XIX; por otro lado, la primera exportación de camarón se efectuó en 1921 y en los años treinta los japoneses y norteamericanos, ya capturaban camarón

con sus barcos en aguas mexicanas (Hernández-Carballo, 1988).

En 1934 se registraron oficialmente 250 t de camarón y en 1938 el gobierno Mexicano otorgó permisos para la pesca por primera ocasión, considerándose con ello que la pesquería de camarón inició formalmente. Un año después, se registró el primer buque camaronero en el puerto de Guaymas (Rodríguez de la Cruz y Rosales-Juárez, 1976) y en 1941, en este puerto había una flota formal de 21 barcos que capturaron 1,900 t en las cercanías de Topolobampo y Guaymas, donde la pesquería virtualmente inició su desarrollo, propagándose hacia otras regiones hasta el final de los años cuarenta y principios de los cincuenta (Rodríguez de la Cruz y Rosales-Juárez, 1976).

La pesquería de camarón se realiza por distintas flotas y artes de pesca en tres fases de su ciclo de vida (pesquería secuencial).

El Pacífico mexicano, aporta el 70% de la captura nacional de camarón. Las principales regiones de producción son: el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec.

cuerpo y alas de la red y 1 ½ pulgadas en el copo, con objeto de capturar camarón pequeño (Rodríguez de la Cruz y Rosales Juárez, 1976). Esto, aunado al aprovechamiento en el Golfo de Tehuantepec y en la península de Baja California, ocasionó que en los años setenta se sobrecapitalizara la industria, propiciado también por el alto precio del

Tabla 2. Nombre científico y nombre común de las especies de camarón en explotación en el litoral Pacífico de México

Nombre científico		Nombre común
<i>Penaeus californiensis</i>	Holmes 1990	Camarón café
<i>Penaeus brevirostris</i>	Kingsley 1878	Camarón cristal o rojo
<i>Penaeus stylirostris</i>	Stimpson 1871	Camarón azul
<i>Penaeus vannamei</i>	Boone 1931	Camarón blanco
<i>Penaeus occidentalis</i>	Streets 1871	Camarón blanco de Tehuantepec
<i>Trachypenaeus faoea</i>	Loesch y Avila 1964	Camarón zebra
<i>Trachypenaeus pacificus</i>	Burkenroad 1934	Camarón botalón
<i>Sicyonia penicillata</i>	Lockington 1878	Japonés, piedra o cacahuete
<i>Xiphopenaeus riveti</i>	Bouvier 1907	Camarón siete barbas

En 1955 se inició la captura de camarón en el litoral de Oaxaca y Chiapas y en 1960 en el litoral oeste de Baja California Sur (Bahía Vizcaíno). Así, la primera fase de crecimiento y expansión de la pesquería fue de 20 a 25 años, observándose entre 1958 y 1965 las máximas capturas de la historia de la pesquería, con una estabilidad en las capturas (36,000 t aproximadamente) y en el número de embarcaciones de altamar (alrededor de 850) en todo el litoral del Pacífico mexicano. Fue tal el auge de la pesca de camarón y las facilidades de su explotación, que en 1958 se redujo el tamaño de malla a 1 5/8 pulgadas y 1 3/8 pulgadas en el

producto en el mercado internacional. Sin embargo, los costos por barco aumentaron y el rendimiento económico por barco disminuyó, (Lluch-Belda, 1974; Wasdworth, 1974).



Con la transferencia de la flota camaronera de altamar al sector cooperativista concretada en 1981, se inició una nueva etapa en la evolución de la pesquería, pues en 1982 se estable-

ció el sistema de permiso de pesca por barco, el cual especifica los requisitos para su obtención y las condiciones para su ejercicio; este sistema se complementó por una serie de normas técnicas y administrativas para la operación de la flota que establecen que cada embarcación deberá operar conforme a un programa anual de operación y producción que precise metas de captura de camarón y fauna comestible, que cada embarcación tendrá un puerto base de operaciones y un puerto alterno en los que se realicen las operaciones de carga y descarga de productos, así como el trámite de documentos necesarios para realizar la navegación y pesca y el uso obligatorio del cuaderno de bitácora.

Un año después de la transferencia de la flota camaronera al sector cooperativista (1981), se estableció el sistema de permiso de pesca por barco posteriormente complementado con normas técnicas y administrativas para la operación de la flota.

Para 1988 la flota casi se había duplicado (1,544 barcos) con relación a 1970 y todas las embarcaciones pertenecían al sector social desde 1981, con 37,000 pescadores (87% del total) dedicados a la pesca de camarón en el litoral Pacífico (Hernández-Carballo, 1988). Un factor importante en el aprovechamiento del camarón fue la exclusividad de su captura por parte del sector social, organizado en cooperativas desde 1938. Sin embar-

go, diversos factores, entre ellos el deterioro de los barcos y los créditos bancarios con altas tasas de interés ocasionaron que el sector social fuese perdiendo solvencia económica, y que perdiese la exclusividad de la captura de camarón en 1992 y el sector privado se encargara de operar la flota. Los industriales privados estaban respaldados por la nueva Ley de Pesca de 1992, que permitió su ingreso al aprovechamiento del recurso como una medida de incorporar capital fresco a una pesquería industrial de camarón cuya inestabilidad financiera amenazaba con acabarla.

A pesar de que desde 1938 el camarón era capturado exclusivamente por cooperativas, en 1992 el sector privado ingresa a esta pesquería e inicia a operar la flota dado el deterioro económico del sector social.

La más reciente fase de aprovechamiento del recurso inició con la instalación de la primer granja de cultivo intensivo de camarón en Puerto Peñasco, Son. en 1971, pero fue hasta finales de los años ochenta y principios de los noventa cuando comenzaron los buenos resultados de esta actividad, contribuyendo en 1995 con el 22% del total de la producción de camarón en el Pacífico. De este modo, las primeras fases de desarrollo (postlarvas) son incorporadas al sistema global de aprovechamiento al capturarse en su medio natural o produciéndolas en

los laboratorios para finalmente “sembrarlas” en los grandes estanques.



Así, el cultivo se perfila hacia el inicio del nuevo milenio como una actividad que podría generar más empleos y divisas para México, cerrando así el círculo de un nivel de aprovechamiento máximo para un sólo recurso. Sin embargo, no se desdeñan las perspectivas a largo plazo, donde la ingeniería genética y mejores tecnologías tendrían un papel de fuerte impacto en el cultivo del camarón.

BIOLOGÍA

Los camarones peneidos son animales invertebrados de regiones intertropicales y subtropicales, euri-térmicos y eurihalinos, con intervalos óptimos para su crecimiento de 24-28°C y de 23-36‰, respectivamente, y de hábitos bentónicos como juveniles y adultos. *P. vannamei* y *P. stylirostris* viven la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas o en estrecha relación por los deltas de ríos, estuarios o lagunas costeras. En cambio, *P. californiensis* y *P. brevirostris* se encuentran preferentemente en el medio marino, aunque también se les puede encontrar dentro de los sistemas lagunares. Todos los camarones del género *Penaeus* del litoral Pacífico mexicano presentan dimorfismo sexual, maduran y se reproducen en mar abierto entre las 5

y 20 brazas de profundidad, sus huevos son demersales y después de la eclosión pasan por once estadios larvales planctónicos, pasando de una fase a otra por medio de una muda: cinco fases nauplios, tres fases protozoa y tres fases mysis. La última de estas mudas la transforma en una postlarva que ya tiene la apariencia general del adulto pero su fórmula rostral es incompleta.

Antes de llegar a postlarva, los camarones del género Penaeus, pasan por 11 estadios larvales: cinco nauplios, tres protozoa y tres mysis.

Ya como postlarva, el camarón penetra a los estuarios y lagunas costeras gracias a las corrientes y mareas, donde virtualmente inicia su crecimiento con hábitos semibentónicos. Conforme crece (30 a 60 mm/mes durante la fase de juvenil) se desplaza de las aguas someras de la laguna hacia áreas más profundas. Cuando alcanza 100 mm aproximadamente, sale de estos sistemas hacia el mar para completar su ciclo reproductivo (Rodríguez de la Cruz y Rosales-Juárez, 1976). Estos movimientos migratorios obedecen a la naturaleza de su ciclo de vida, que es dependiente de los sistemas lagunarios, estuarios o bahías, los que son utilizados como zonas de protección, alimentación y crecimiento. Por su preferencia por los fondos blandos fango-arenosos se alimentan de crustáceos, peces, moluscos, anélidos, arena, plantas y detritus orgánico.



Las cuatro especies de camarón del género *Penaeus* se reproducen prácticamente todo el año con claros picos de desove principalmente durante la época cálida (mayo-septiembre) que corresponde a la temporada de veda.



En el área del Golfo de California, la mayor densidad de camarón se encuentra en el sur de Guaymas y al norte de Mazatlán, por tanto, es el área que soporta el esfuerzo de la mayor parte de la flota camaronera durante los primeros cuatro meses de la temporada de pesca.



Las principales especies de camarón del litoral Pacífico de México se distribuyen de la siguiente manera:

- ***P. californiensis***.- Se encuentra en todo el litoral del Pacífico mexicano, excepto en la costa oeste de Baja California, aunque su distribución no es uniforme. Se captura en baja proporción en Bahía Sebastián Vizcaíno, en el litoral oeste de la península de

Baja California Sur. En el Golfo de California es muy abundante, principalmente en la parte central y norte, pero es escaso frente a las costas de Nayarit y Jalisco; entre Colima y Guerrero su proporción es baja y abundante en Oaxaca. Las mayores capturas se obtienen entre las 11 y 20 brazas.

- ***P. vannamei***.- Se distribuye desde la Bahía de Yávaros hasta la frontera con Guatemala, sin que su distribución sea uniforme en todo el litoral. Esta especie es menos abundante con respecto al camarón azul desde Yávaros hasta el río San Lorenzo, Sin.; sin embargo, desde este río hasta Nayarit es la especie dominante, pues en los sistemas lagunares la proporción de captura es hasta del 95%. La mayor abundancia y captura se encuentra entre las 2 y 10 brazas de profundidad en el mar.
- ***P. stylirostris***.- Se distribuye en todo el litoral Pacífico de México excepto en la costa oeste de Baja California, pero su distribución no es uniforme. Es la segunda especie de mayor abundancia en la porción central y norte del Golfo de California y la dominante en las lagunas, estuarios y bahías ubicados desde el norte de Mazatlán hasta el río Colorado. Al igual que en el litoral oeste de la península de Baja California Sur esta especie es la más abundante, sin embargo, desde el río San Lorenzo, ubicado al norte de Mazatlán, hasta la frontera con Guatemala, es menos abundante. En el mar su distribución batimétrica alcanza las 25 brazas.

- ***P. brevirostris***.- Se localiza desde el río San Lorenzo, Sin. hasta la frontera con Guatemala, con mayor abundancia en los alrededores de Mazatlán y el Golfo de Tehuantepec; en diciembre y enero se registran las mayores capturas de esta especie. Este camarón es pequeño en relación con las otras tres especies y se captura entre 25 y 50 brazas, además es más frágil al manejo. Por eso regularmente se le pesca después de que los pescadores observan que las capturas de las otras tres especies han disminuido



CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

Altamar

Las unidades de pesca industrial (o de altura) son los buques mayores de 15 m de eslora, autonomía mayor de 15 días y que operan en zonas entre las 10 y 60 brazas con potencia de motor de 220 a 624 CF. Algunos cuentan con equipo de navegación (navegador por satélite, radar, compás y sonda), comunicación (radio

transmisor-receptor) y con bodega hasta de 100 t con sistema de refrigeración para conservar el producto.

El arte de pesca es la red de arrastre, utilizada sólo por la flota industrial. Todas las redes camaroneras están formadas por una bolsa más o menos cónica que se abre al ser remolcada gracias a una línea de flotadores en su borde superior, otras de plomo en el inferior y un par de puertas o portalones. Existen varios tipos de redes como resultado del avance tecnológico del sistema de arrastre y las condiciones de operación. Las más usadas en el Pacífico son: balón, semi-balón, fantasma, hawaiana y la voladora. Su diseño y funcionamiento están en función de la potencia nominal, eslora total y capacidad del barco; las más comunes miden alrededor de 21.5 m. Los portalones que se utilizan en el arrastre camaronero son de tipo rectangular plano, contruidos de madera, solera y chapa de acero. Su diseño varía en función de la potencia del barco y tamaño de la red y su área fluctúa entre 1.73 y 3.07 m².

El arte de pesca empleado por la flota industrial para la captura de camarón en altamar es la red de arrastre.

La red de arrastre está unida mediante sus dos relingas (superior e inferior) a los cárcamos ubicados en la parte superior de los portalones. El “espantador” (cadena de acero de longitud menor a la relinga inferior de

la red), cuya función es la de mover al camarón para que quede expuesto a la acción de la boca de la red durante el arrastre, se une al cárcamo inferior de los dos portalones. Las redes tienen un tamaño de malla de 2 ¼ pulgadas en el cuerpo y alas de la red (desde julio de 1977).

No obstante que las redes de arrastre se han utilizado por más de 50 años -desde el inicio de la pesquería de camarón- no han tenido modificaciones radicales. El primer cambio de la operación se realizó en los años cincuenta al sustituir la red grande de 80 a 120 pies de relinga superior, por dos redes de 40 a 45 pies, arrastradas por cada banda de la embarcación. Esta innovación tuvo la finalidad de incrementar el área barrida por las redes. Bajo el mismo concepto, en los años setenta algunos barcos instalaron cuatro redes, dos en cada banda unidas en el centro por un patín que se desliza sobre el fondo, sin embargo, esto último ya no está en uso.



La captura se realiza durante las 24 horas con un promedio de seis arrastres por día. La tripulación de las embarcaciones está constituida por: un patrón o capitán del barco, un motorista, ayudante de motorista, un cocinero y dos o tres ayudantes, cuyo salario está de acuerdo con el precio del camarón en el mercado.

Cuando el capitán elige la zona de pesca, basado esencialmente en su experiencia y en la época del año, larga las redes para iniciar el lance de

pesca, el cual varía de dos a cuatro horas con una velocidad promedio de tres nudos. Al finalizar el lance se recupera la red y la captura se deposita en cubierta separándose el camarón y las especies de peces apreciadas en el mercado local o regional. El resto de la fauna acompañante se regresa al mar como “desecho”, “descarte” o “basura”. El camarón es descabezado y las colas son lavadas, tratadas con salmuera y almacenadas en bodega.



Los principales centros de operación y avituallamiento de los barcos son: Mazatlán, el puerto más importante en cuanto a número de embarcaciones y abundancia de camarón en el litoral de Sinaloa; le siguen en orden de importancia: Guaymas (Sonora), Salina Cruz (Oaxaca), Puerto Peñasco (Sonora), Topolobampo (Sinaloa), San Felipe (B.C.S.), Santa Clara (Sonora), Yávaros (Sonora) y Puerto Madero (Chiapas).

Mazatlán es el puerto de mayor importancia como centro de operación y avituallamiento para la flota de altamar, le siguen ocho puertos localizados a lo largo de la costa del Pacífico mexicano.

Bahías y lagunas

Las unidades de pesca ribereña son embarcaciones menores conocidas como "pangas", en su mayoría construidas de fibra de vidrio de 22 pies de largo, 3 a 3.5 t de capacidad y con tres pescadores a bordo. Aunque en las lagunas costeras no se requiere gran potencia de motor, las más comunes son 55, 60, 75, 85, 110, 150 o 200 CF. En algunas bahías de Sonora, Sinaloa, Nayarit y zonas de Oaxaca y Chiapas se utilizan cayucos de madera o fibra de vidrio de 18 pies de eslora. Los más grandes son propulsados con velas y palancas o remos, estos últimos especialmente en zonas someras, como esteros y canales, donde es imposible el empleo del motor fuera de borda.



Los principales artes de pesca utilizados en esteros, bahías y lagunas son los siguientes:

- **Atarraya.-** Es uno de los artes de pesca más generalizado, debido principalmente a que su operación no requiere de equipo especial ni de inversiones considerables; es un equipo dinámico que se lanza tratando de cubrir el objeto de pesca y atraparlo entre sus paños y el fondo. Tiene la forma de un círculo construido en malla en cuyo borde exterior se encuentra una línea de plomos. Las atarrayas son de tres tipos diferentes: simple, con bolsa y "atómica". Están contruidos con monofilamento, el cual le proporciona al arte una mayor velocidad de hundimiento, llegan a tener un radio de acción de 5 m o más y su tamaño de malla es de 1 a 2 pulgadas con un calibre de hilo de 0.30 mm.
- **Red agallera.-** Desde 1985 este arte de pesca empezó a utilizarse con mucha regularidad por sus altos rendimientos. Su operación requiere de un esfuerzo físico menor que cualquier otro equipo, excepto cuando se recobra la red. Su construcción es muy rápida, es selectivo, captura camarón de mejor talla y menos maltratado. Regularmente tienen una longitud de 280 m, malla de $1\frac{3}{4}$ a $2\frac{3}{4}$ pulgadas y operan entre 1 y 10 brazas. Se deja operar el arte aproximadamente por 45 minutos a una hora. El enmalle opera como una barrera al contacto con los camarones y cuando éstos "saltan" hacia atrás quedan atrapados entre las mallas de la red. En Sonora y Sinaloa estas redes son conocidas como "chinchorros de línea", las cuales operan en el litoral costero, mientras que en Oaxaca y Chiapas se les denomina "mangas" y son de uso común en los sistemas lagunares Huave y Mar Muerto.
- **Suripera o dragón.-** Esta red ha desplazado definitivamente a la atarraya de las bahías de Altata y

Santa María La Reforma, Sinaloa

-donde se originó y su uso es casi exclusivo de esa región- debido a que cubre un área mayor sin esfuerzo físico de la tripulación. El equipo y su operación consiste en una pantalla de red en forma trapezoidal cuyo borde más ancho se desliza suavemente sobre el fondo a la velocidad a la que la lancha es jalada por la corriente y el viento. Esta pantalla, al ser remolcada se inclina formando un ángulo interno con el fondo. En el bordo más angosto, la pantalla termina en tres embudos, de los cuales la mitad de la boca por la cara superior va unida a la pantalla y la otra mitad del borde interior cae por su propio peso para mantenerse abierta. Durante la operación este embudo se introduce en una bolsa de unos 30 a 40 cm para formar así una trampa en la que yace el camarón, que al subir por la cara interna de la pantalla, trata de franquearla y penetra en el embudo.



- **Chango.-** Este equipo es una copia a pequeña escala de la red de arrastre de los barcos camaroneros y se requiere de una buena embarcación cuya estructura resista el tirón de la red y un motor no menor a 55 CF. A mayor potencia, mayor área de arrastre. Los arrastres con este tipo de arte mediante embarcaciones menores están prohibidos en aguas protegidas y litoral costero del Pacífico mexicano. El empleo de este arte de pesca es conocido como "changuerismo" y constituye una de las

fuentes más comunes de pesca ilegal, principalmente durante la veda en los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit.



- **Chayo.** Es un arte de pesca utilizado para la captura de postlarvas cuya estructura es muy simple. Consiste de una red con malla de 0.5 mm sujeta en los extremos por dos varas y manipulado por dos personas. Las áreas de colecta de postlarvas son los frentes de playa alejados una distancia mínima de 2.5 km en ambos lados de las bocas de bahías, esteros y sistemas lagunares con pesquerías establecidas. Las postlarvas son separadas del resto del plancton con el que son capturadas, depositadas en grandes bidones y transportadas a las granjas de cultivo.

τ Tendencias históricas

Guaymas

La captura de camarón en Guaymas se encuentra compuesta principalmente por dos especies de peneidos:

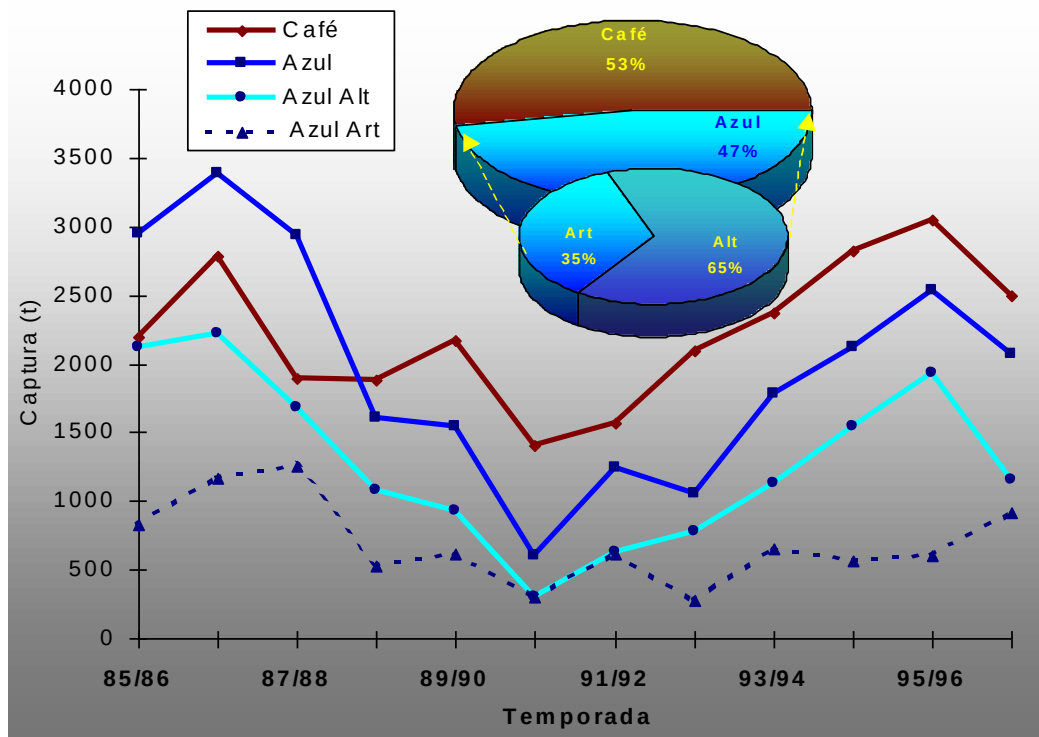


Fig. 1. Tendencia reciente de la captura por especies y origen (Alt=Altamar; Art=Artesanal) registrada en el puerto de Guaymas, Son.

el camarón café (*P. californiensis*) y el camarón azul (*P. stylirostris*). La tendencia de las capturas de las diferentes especies ha sufrido fluctuaciones (Fig. 1).

Así, en general, se presenta un incremento en las temporadas 86-87 y 95-96 y un decremento durante la temporada 90-91. Con respecto a la proporción de las dos especies se observa que la de camarón café es ligeramente mayor, el cual se captura en zonas más profundas. El camarón azul se captura tanto en altamar

como en esteros y bahías. La mayor proporción de capturas de esta especie proviene de altamar en un 65%.

ra no ha presentado grandes fluctuaciones desde la temporada 83-84, sin embargo se puede observar un ligero decremento en la temporada 90-91, incrementándose en los años siguientes (Fig. 2).

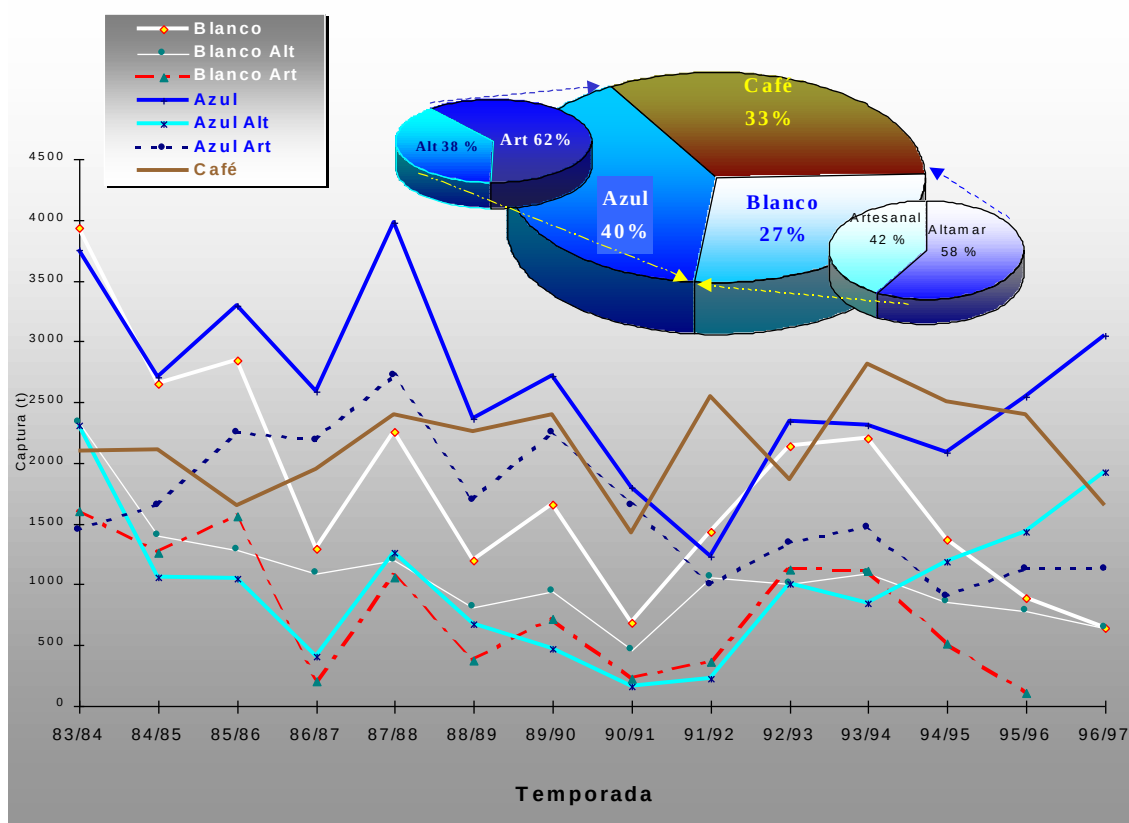


Fig. 2. Tendencia de la captura por especies y origen (Alt =Altamar; Art Artesanal) registrada en el puerto de Mazatlán, Sin.

Mazatlán

La captura registrada en este puerto corresponde a tres especies, principalmente: el camarón café (*P. californiensis*), el camarón blanco (*P. vannamei*) y el camarón azul (*P. stylirostris*). La tendencia de la captu-

Es importante hacer notar que en general la captura del camarón blanco ha declinado en las últimas temporadas (94-95 y 95-96), en las

que se observa una caída en la pesquería artesanal.

La especie más importante es el camarón azul con un 40% y de éste la pesca artesanal contribuye con un 62% (Fig. 2), el camarón café es el siguiente en importancia (33%) y finalmente el camarón blanco, que participa con 27% del cual el 48% proviene de altamar y el resto de la pesca artesanal.

τ Pesca incidental

Por su naturaleza, las pesquerías de camarón en todo el mundo involucran la captura de una gran diversidad de peces. En México, una gran cantidad de especies son desechadas al mar por los buques camaroneros y, aunque no se tienen registros de pesca incidental y descartes de las embarcaciones menores de pesca ribereña y de lagunas costeras es factible suponer que dichos descartes existen. Asimismo, en la captura de post-larvas y durante la separación del plancton, es desechada gran cantidad de larvas de especies de peces, crustáceos y moluscos que constituyen posibles reclutas a sus respectivas poblaciones. Las relaciones inter e intraespecíficas, así como sus asociaciones funcionales, tanto en tiempo como en espacio, son relativamente desconocidas en los tres sistemas de captura.

Durante las últimas dos décadas, el interés por el aprovechamiento de la fauna incidental se ha incrementado considerablemente, pero la mayoría de los estudios sobre el tema han sido académicos y las recomendaciones elaboradas en reuniones y

trabajos científicos -en cuanto a su utilización- no han motivado a los pescadores artesanales y sector industrial (Van Der Heiden, 1985).

Así, de la pesca del camarón en el mundo y en México surgen tres problemas los cuales tienen en común el precio elevado del crustáceo en el mercado con respecto al precio de la captura incidental:

- a) problemas en las estimaciones de los stocks de camarón y de peces asociados,
- b) problemas tecnológicos surgidos del intento de capturar sólo una parte del complejo camarón/peces, y
- c) problemas sociales surgidos de la pesca ribereña y de la pesca furtiva por arrastres dirigidos hacia el camarón (Pauly y Neal, 1985).

En las actividades de pesca de camarón, una gran cantidad de especies es capturada de manera incidental.

En 1985 los cálculos mundiales sobre la fauna incidental del camarón variaban entre 3 y 6 millones de toneladas por año, con una proporción promedio de camarón/peces de 1:10 en los litorales tropicales, donde la pesca de camarón no sólo es mayor sino más diversa en número de especies de peces.



En la pesquería de camarón en México se ha estimado la proporción camarón/fauna acompañante con variaciones que van desde 1:2 hasta 1:10 en el Golfo de California (Chapa, 1976; Rosales, 1976); en la misma zona se han estimado 150,000 t anuales de fauna incidental de las cuales el 12% en peso corresponde a 83 especies de crustáceos; del 3 al 8% pertenece a 31 especies de moluscos (Hendrickx, 1985) y el resto lo dominan 187 especies de peces (Van Der Heiden, 1985).



En el Golfo de Tehuantepec, durante los años setenta se estimó que la captura incidental constituía un porcentaje mayor del 60% en relación con la captura total (Reyna, 1979), mientras que en 1989 esta proporción se incrementó en la temporada de veda (junio-julio) de 1989, observándose un 98% de captura incidental y 2% de camarón. En esta región se han registrado más de 222 especies de peces (Acal y Arias, 1990). Las comunidades de peces capturados incidentalmente comprenden especies bentónicas, demersales, semi-demersales y pelágicas, pero en general pocas especies de peces dominan en peso y número en los arrastres camaroneros, fenómeno que está bien documentado (Grantham, 1980; Grande-Vidal, 1983; Amezcua-Linares, 1985; Hendrickx, 1985; Van Der Heiden, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985; Blaber *et al.*, 1990; Watson *et al.*, 1990; Acal y Arias, 1990; Maharaj y Recksiek, 1991).

Un componente de la captura incidental ha sido especialmente estudiado y protegido. Se trata de las tortugas marinas, un recurso que las leyes mexicanas protegen desde mayo de 1990 con una veda total y permanente y con la protección de sus nidos y sus zonas de desove ubicados en las playas. En México se han efectuado investigaciones sobre excluidores de tortugas marinas en el litoral de Pacífico mexicano desde 1984 (Grande-Vidal, 1988). En 1991 el INP inició actividades específicas para evaluar la magnitud del impacto de la flota camaronera sobre las poblaciones de tortugas marinas, concluyendo que estadísticamente no es relevante (Aguilar y Grande-Vidal, 1996).



Entre las especies capturadas de manera incidental durante la pesquería de camarón, se encuentran otros

A pesar de la reciente presión internacional y las amenazas sobre un posible embargo camaronero, la investigación demuestra que no existe la posibilidad de un daño permanente a las poblaciones de tortugas marinas por actividades de pesca de camarón. Aunado a esto, en México se realizan acciones de protección y conservación a las tortugas marinas desde hace más de 30 años.



De manera específica, desde el 22 de diciembre de 1993, toda la flota camaronera del Golfo de México emplea obligatoriamente *Dispositivos Excluidores de Tortugas* (DET's), y la

Si bien, en términos generales, a la actividad se le conoce como "pesquería del camarón", en realidad dentro de ella, existen distintas subunidades dado su carácter secuencial; esto es, la actividad de pesca se realiza sobre un mismo recurso en diferentes etapas de su ciclo de vida, en zonas diferentes y con diversos equipos y artes de pesca. Por ello, existe una fuerte interacción entre las tres pesquerías (altamar, bahías y esteros), además de la pesca furtiva (Fig. 3) que por razones obvias no se conoce un dato preciso sobre el volumen de captura, pero evidentemente es uno de los mayores problemas del cual se desconoce con precisión el volumen de captura.

Por otro lado, debe adicionarse la captura de postlarvas, que si bien no

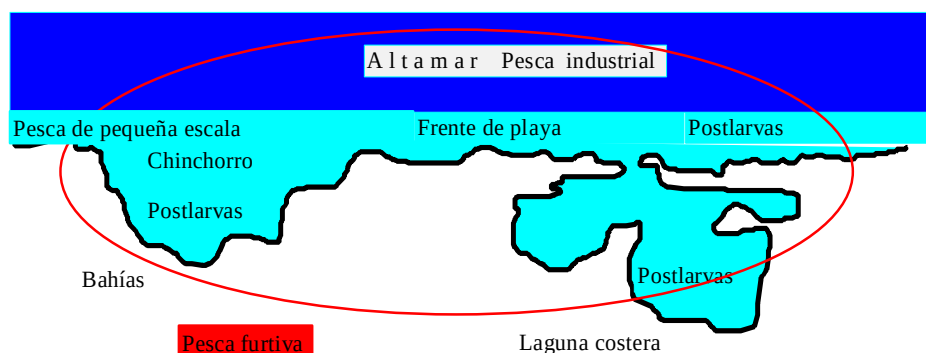


Fig. 3. Elementos de la pesquería de camarón en el litoral del Pacífico mexicano.

del Pacífico a partir del 1° de abril de 1996.

τ Interacción con otras pesquerías

se realiza en todo el litoral del Pacífico mexicano, sí constituye una actividad que si no tuviese un control como el actual (sólo en frentes de playa a una distancia de 2.5 km de

las bocas de sistemas lagunares con pesquerías establecidas) evidentemente tendría repercusiones en el reclutamiento a la pesquería.

La captura de postlarvas de camarón se realiza únicamente en frentes de playa a una distancia de 2.5 km de las bocas de sistemas lagunares con pesquerías establecidas.

Por otro lado, todo el sistema de la pesquería de camarón interactúa con otras pesquerías debido a que se capturan otras especies comerciales (tiburón, jaiba, pargos, mero, mojarras y en general peces de alto valor comercial) como fauna acompañante, sin embargo, su impacto no es sustancialmente apreciable en el caso de la langosta, pero en otros casos (pargos y mero) su efecto sobre un recurso no objetivo puede llegar a ser sustancial.



ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Indicadores económicos

En 1995 se comercializaron en el país 32,766 t de camarón con un consumo *per capita* de 0.35 g. En la capital del país el precio de camarón

pacotilla cocido fue de \$55.96 M.N. al mayoreo y \$69.77 M.N. al menudeo, mientras que para el camarón crudo grande, su valor fue de \$74.58 M.N. al mayoreo y \$75.99 M.N. al menudeo. En 1996 se exportaron 38,251 t con un valor de entrada de divisas de 407,177 dólares (SEMARNAP, 1997).



El camarón es comercializado utilizando intervalos de tallas, el de mayor tamaño es el de mayor valor. La principal empresa que lo exporta hacia Estados Unidos es *Ocean Garden* y tiene dos formas de comprar el producto:

- En firme, donde el pescador recibe el 92.5% del precio publicado en la lista de precios vigente al momento de la entrega y el resto es pagado a los pescadores en los 20 días siguientes cuando el producto es vendido.
- A consignación o fórmula, en el que se tiene la ventaja de proporcionarle al pescador la expectativa de obtener una ganancia adicional a futuro en el precio de su camarón ya que compartirá con la empresa los beneficios y riesgos del mercado.

Ocean Garden, empresa líder en la comercialización de camarón, adquiere el producto directamente del pescador, en firme o a consignación.



MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La pesca de camarón, al igual que otras actividades pesqueras en México, se rige por la Ley de Pesca (Diario Oficial de la Federación, 25.06.92), que es una ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución General de los Estados Unidos Mexicanos. En ella se establecen las condiciones de acceso al recurso así como los derechos y obligaciones de los usuarios y/o armadores. Otras leyes son: a) **Ley de Metrología y Normalización**, concerniente a la emisión de Normas reglamentarias de las pesquerías y, b) **Ley General de Sociedades Cooperativas** que rige la organización y funcionamiento de las sociedades de producción pesquera (Diario Oficial de la Federación, 3.08.94).

Desde 1938, la pesquería el camarón se mantuvo como especie reservada a sociedades cooperativas. Sin embargo, en 1992 fue sustituido por un nuevo esquema de permisos reglamentados a través de la nueva Ley de Pesca, por lo que el marco legal actual de acceso al recurso permite el ingreso del sector privado en la actividad.

Las medidas reglamentarias actuales consideran la aplicación de vedas, restricción del esfuerzo y reglamentación de artes de pesca, en los términos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-PESC-006-1993, (Diario Oficial de la Federación, 31.12.93).

La primera veda se aplicó en el Golfo de California en 1938, cuando el gobierno de México extendió por primera vez permisos para la captura de camarón (Polanco *et al.*, 1987). En 1960 la veda se estableció como una medida de conservación, con el objetivo fundamental de permitir el desove del camarón, observada como la única posibilidad de manejo en aquella década, concepto que se mantuvo hasta 1973. Al año siguiente la veda incluyó por primera vez la costa occidental de la península de Baja California y el Golfo de Tehuantepec y más tarde, en 1977 se reglamentó el tamaño de malla de la red en el cuerpo y en las alas a $2\frac{1}{4}$ " (5.7 cm), que es la malla utilizada hasta 1998. A partir de 1980 la veda se aplicó (15 de julio al 15 de septiembre) para proteger no sólo la reproducción sino también el crecimiento de los camarones puesto que se empezaron a considerar aspectos de rendimiento económico.

Fue en 1938 cuando se estableció la primera veda en el Golfo de California, como una medida de manejo y conservación que permitiera el desove del camarón.

Las vedas en 1997 se acordaron bajo el siguiente esquema (Diario Oficial de la Federación, 27.08.97):

Aguas marinas

- a) Del 26 de abril al 26 de agosto, en la franja marina costera comprendida entre cero y cinco brazas de profundidad, ubicada en el litoral del estado de Sonora y en las aguas marinas comprendidas en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.
- b) Del 26 de abril al 6 de septiembre en el resto de las aguas marinas del litoral del océano Pacífico y Golfo de California, hasta una línea imaginaria trazada sobre el meridiano 98°34'10" de longitud oeste, que parte de la línea de costa en el límite entre los estados de Guerrero y Oaxaca y se prolonga hacia el sur a todo lo ancho

de la Zona Económica Exclusiva.

- c) Del 26 de abril al 10 de septiembre en aguas marinas del litoral del océano Pacífico frente a los estados de Oaxaca y Chiapas, en el área comprendida entre la línea imaginaria indicada en la fracción anterior y los límites con Guatemala.

Aguas protegidas

- a) Del 27 de febrero al 26 de agosto.

Otras medidas de reglamentación se refieren a las especificaciones sobre el área de operación y las características técnicas de las redes, como son el tamaño de malla, la prohibición de realizar arrastres en bahías y en la franja costera de cero a cinco brazas. En lagunas costeras y esteros el acceso al recurso es mediante permisos de pesca por cooperativa, precisando la zona de operación y las características técnicas del arte pesca y si estas son fijas se determina su permanencia y/o temporalidad.



Los cambios de los periodos de veda aplicados en los últimos cinco años se resumen en el cuadro siguiente:

año	alta mar	aguas protegidas
1993	a) 18 mayo - 13 septiembre; sólo costa occidental de BC b) 5 mayo - 13 septiembre; resto del litoral del Pacífico	1º marzo - 30 agosto
1994	a) 27 mayo - 14 octubre; sólo costa occidental de BC b) 11 mayo - 14 septiembre; resto del litoral del Pacífico	1º marzo - 4 septiembre
1995	a) 15 marzo - 10 septiembre; reserva del Alto Golfo b) 1º mayo - 10 septiembre; resto del litoral del Pacífico	1º marzo - 24 agosto
1996	a) 21 abril - 2 septiembre; franja marina costera (0-5 brazas) de Sonora y zona de amortiguación del Alto Golfo b) 21 abril - 11 septiembre; resto del Pacífico	a) 1º marzo - 2 septiembre; bahías de BC y Sonora b) 1º marzo - 26 agosto; estero Agiabampo y Bahía Lechuguilla, Sonora y resto del Pacífico
1997	a) 26 abril - 26 agosto; franja marina costera (0-5 brazas) de Sonora; Alto Golfo y delta del río Colorado b) 26 abril - 10 septiembre; Oaxaca y Chiapas c) 26 abril - 6 septiembre; resto del Pacífico	27 febrero - 26 agosto



A partir de 1995, el Instituto Nacional de la Pesca promovió por primera vez la participación del sector social y privado de la pesca en las decisiones de apertura y cierre de temporada de pesca del camarón mediante el siguiente esquema: se realiza una reunión técnica con participación de

la asesoría técnica del sector, donde el INP presenta las evaluaciones realizadas durante la veda, así como diferentes opciones de cierre o apertura de temporada, sustentadas en modelos matemáticos, por su parte, los técnicos y asesores del sector presentan los resultados de sus estudios. Las diferentes opciones son analizadas y discutidas técnicamente y se llega a un acuerdo sobre la opción más viable. Posteriormente se realiza una reunión plenaria con parti-

cipación de autoridades pesqueras y dirigentes de ambos sectores, donde nuevamente el INP presenta un resumen de los resultados sobre las diferentes opciones. Este procedimiento ofrece un mecanismo transparente, que considera la conciliación de intereses y establecimiento de acuerdos entre los actores involucrados y en el que la toma de decisiones se basa en la mejor evidencia científica.



ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Modelo

Dado que el proceso de modelación es concebido como una representación abstracta del mundo real (Gilchrist, 1984), la construcción de un modelo para la pesquería del camarón implica la representación de una realidad sumamente compleja, acentuada por la ausencia de los datos, debido a que el sistema de registros de estadística pesquera no ha incluido a la fecha ciertos aspectos como el registro del esfuerzo de pesca efectivo en sistemas lagunares y el desplazamiento de la flota mayor.

Destaca la ausencia de un registro estricto de estadísticas en la pesquería de camarón, como del esfuerzo pesquero en sistemas lagunares.

Ante esta situación, para definir el estado actual de la pesquería del camarón, se partió de lo simple a lo complejo, atendiendo el principio de *parsimonia* (Gilchrist, 1984) y considerando que el problema de modelación de este recurso se ubica dentro de la categoría de *datos pobres y realidad mejor entendida* (Starfield y Bleloch, 1991).

Como primera aproximación se utilizó la versión dinámica del *modelo de Schaefer* (1954) propuesta por Hilborn y Walters (1992), el cual utiliza sólo datos de captura y esfuerzo, y como segunda opción se utilizó el *modelo estructurado por edades* de Deriso (1980), que es más complejo, ya que incorpora aspectos biológicos como crecimiento, sobrevivencia y reclutamiento.



Modelo dinámico de biomasa (o de Schaefer)

El modelo de *Schaefer* se expresa de la siguiente manera:

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

.....(1)

donde:

r = tasa intrínseca de crecimiento

B_0 = biomasa virgen (equivalente a la capacidad de carga)

B_t y B_{t+1} = biomasa en la temporada t y $t+1$ respectivamente

Por lo general, el modelo de *Schaefer* se ha utilizado con una sola pesquería, sin embargo, en este caso, las pérdidas por efecto de la pesca están representadas por la captura de la flota industrial ($C_{ind,t}$) y por la pesquería artesanal ($C_{art,t}$).



Uno de los aspectos más importantes al utilizar este modelo es conocer si al inicio de la serie de datos de captura y esfuerzo el stock ya había sido explotado (Hilborn y Mangel, 1997). Dado a que la información disponible sobre captura y esfuerzo y en particular sobre la composición por especies es relativamente reciente, (aproximadamente 15 años), es necesario incorporar un parámetro adicional que define la proporción P de B_0 al inicio de la serie de datos disponibles.



La aplicación del modelo de *Schaefer* a la pesquería del camarón expresado en la forma de la *ecuación 1* asume las siguientes consideraciones y supuestos:

1) Tanto la pesquería artesanal como la industrial tienen acceso a todos los componentes del stock, de tal manera que las capturas que cada pesquería obtiene se extraen de la biomasa de la población total. Lo anterior se cumple en mayor grado entre la pesquería del chinchorro de línea y la pesquería industrial en Sonora, ya que ambas constituyen una pesquería paralela al aprovechar el recurso en la misma fase del ciclo de vida (Rodríguez de la Cruz, 1996).

2) Aún cuando se conoce que la flota mayor se desplaza a lo largo del Pacífico, se supone que las descargas de cada puerto son extraídas de una sola población. Así, se asume que existen los siguientes stocks:

- Dos de camarón blanco: uno en la zona del Golfo de Tehuantepec y otro distribuido en la costa de Nayarit y Sur de Sinaloa.
- Tres de camarón café: el primero en el Golfo de Tehuantepec, el segundo aprovechado por la flota de Guaymas y el tercero en la zona de Sinaloa. El stock de la costa occidental de Baja California Sur no es considerado en este análisis, ya las capturas provenientes de esa zona no son significativas.
- Tres de camarón azul, el primero en el norte de Sinaloa, el segundo en el sur de Sonora y el tercero en Bahía Magdalena, B. C. S.

Estos supuestos no se cumplen de manera perfecta en ninguno de los

casos, ya que el desplazamiento de la flota ocasiona que capturas obtenidas en el Istmo de Tehuantepec se registren en Mazatlán o Guaymas, y que aún cuando efectivamente sean stocks diferentes se mezclan en las capturas. No obstante, se considera que los posibles errores debido a la violación de estos supuestos quedan incluidos en el error total que se detalla más adelante.

3) La distribución batimétrica y hábitos de las tres principales especies son diferentes ya que el camarón café es de hábitos nocturnos con mayor distribución entre las 25 y 35 brazas, mientras que el azul y el blanco son de hábitos diurnos, distribuidos cerca de la costa, entre las cinco y 25 brazas. Debido a lo anterior, las dos últimas especies se capturan durante el día y la primera durante la noche. Esto hace que exista asignación selectiva del esfuerzo de pesca, en la mayoría de los casos determinado por variaciones de la abundancia de cada especie en el tiempo y espacio. Sin embargo, dado que los datos disponibles de esfuerzo de la flota mayor se refieren a "días fuera de puerto" y "viajes de pesca" no se dispone de información sobre el esfuerzo efectivo asignado a cada una de las especies. Por lo tanto, en la ecuación 1 las expresiones $Cind_t$ y $Cart_t$ se refieren a la captura observada para cada pesquería y no a la captura estimada. De esta manera, aún cuando no se conoce el esfuerzo aplicado a cada especie, al utilizar el valor real de la captura a la población se le extrae lo que realmente ha sido captura-

do, en lugar de un valor estimado en función del esfuerzo.



El proceso y estimación de parámetros consistió en ajustar simultáneamente dos vectores. Por un lado, la Captura por Unidad de Esfuerzo como un índice de abundancia estimada por el modelo ($\hat{CPUE}_t$) y la CPUE observada ($CPUE_{obs_t}$) de la flota de altamar; y por otro, la captura artesanal pronosticada $\hat{Cart}_t$ y el de valor de captura observada ($Cart_{obs_t}$)

La CPUE pronosticada se obtuvo como:

$$\hat{CPUE}_t = \frac{\hat{Cind}_t}{f_t} \dots\dots(2)$$

donde

f_t = esfuerzo en número de viajes

$\hat{Cind}_t$ = captura estimada en la temporada t . Se obtuvo como:

$$\hat{Cind}_t = B_t Uind_t \dots\dots(3)$$

donde

$Uind_t$ = tasa de aprovechamiento de la flota industrial, en función del esfuerzo y del coeficiente de capturabilidad (q), y dada por:

$$Uind_t = 1 - \exp^{-qf_t} \dots\dots(4)$$

Como en aguas protegidas no se dispone de información de esfuerzo, no se puede obtener la tasa de aprovechamiento con la *ecuación 4*. Por tanto, la captura artesanal se estimó como:

$$\hat{C}art_t = B_t Uart \dots\dots(5)$$

donde la tasa de aprovechamiento artesanal ($Uart$) es considerada como un parámetro que permanece constante a lo largo de la serie de datos analizados. Por ello, en la *ecuación 5* y en las siguientes donde aparece no se le ha puesto el subíndice t , a diferencia de $Uind$, que está en función del esfuerzo.



Modelo estructurado por edades con retraso en el reclutamiento (EERR)

A lo largo de un año las poblaciones de camarón están integradas por diferentes cohortes cuya biomasa está determinada por dos componentes. El primero es la *magnitud inicial del reclutamiento*, que varía en función del tamaño del stock reproductor, la duración e intensidad de la reproducción y las condiciones ambientales en el medio oceánico y en los esteros. El segundo aspecto se refiere a la *biomasa máxima alcanzada por cada cohorte*, que depende de la

mortalidad natural y por pesca en las diferentes fases del ciclo de vida (Garcia y LeReste, 1982).

De acuerdo con lo anterior, como una aproximación adicional a la dinámica de las poblaciones de camarón se utilizó el *modelo estructurado por edades de Deriso* (1980), el cual incorpora retraso en el reclutamiento y no requiere el número específico de organismos, ni el peso promedio por grupo de edad. La versión del modelo aplicado a las dos pesquerías de camarón está dada por:

$$B_{t+1} = S(1 - Uind_t - Uart)(\alpha N_t + \rho B_t) + w_{k,t+1} R_{k,t+1} \dots\dots(6)$$



donde:

S = sobrevivencia a la mortalidad natural

B_{t+1} y B_t = biomasa al mes $t+1$ y t

α y ρ = parámetros de la ecuación de Brody en peso (Ricker, 1975; Deriso, 1980)

N_t = número de organismos al mes t ;

$w_{k, t+1}$ = peso W a la edad de reclutamiento k , en el mes $t+1$

$R_{k, t+1}$ = reclutamiento en número de organismos

En α y ρ están implícitos los parámetros de crecimiento (mensual) de von Bertalanffy y los de la relación

morfométrica entre la longitud total y el peso abdominal.

El número de organismos al mes t se estimó como:

$$N_t = S(1 - U_{ind,t-1} - U_{art})N_{t-1} + R_{k,t} \quad \dots(7)$$

Aquí se asume que el reclutamiento $R_{k,t}$ está en función de la biomasa desovante en el mes $t-k$, y que depende de la proporción de hembras maduras ηH en cada mes y del escape al aprovechamiento industrial y artesanal. La relación anterior se puede escribir como:

$$B\delta_t = [(1 - U_{ind,t} - U_{art})B_t] \eta H \quad \dots(8)$$

donde:

$B\delta$ = biomasa desovante

Para estimar el número de reclutas se utilizó la *función denso-dependiente* tipo Beverton y Holt utilizada por Hilborn y Mangel (1997) en la versión simple del modelo de Deriso (1980). En esa formulación el reclutamiento está dado en términos de biomasa, pero aquí se ha modificado para obtenerlo en número de organismos al dividir entre el peso a la edad de reclutamiento. La versión modificada de la función queda entonces como:

$$R_{k,t} = \left(\frac{B\delta_{t-k}}{a + bB\delta_{t-k}} \right) / w_{k,t} \quad \dots(9)$$

En la *ecuación 1*, el reclutamiento es producto de la biomasa desovante k meses atrás, donde k representa el número de meses transcurridos desde el desove hasta que los camarones se hacen vulnerables al arte de pesca, enfoque conocido como "retraso en el reclutamiento". En la mayoría de las pesquerías la transición de los individuos jóvenes hacia la vulnerabilidad es gradual, pero en este modelo se asume que la selectividad es en "filo de cuchillo", es decir; que a la edad k el 100% de los individuos son retenidos por el arte de pesca (Deriso, 1980; Hilborn y Mangel, 1997).

Los parámetros a y b de la función stock-reclutamiento se obtienen analíticamente como:

$$a = \frac{Bo}{Ro} \left(1 - \frac{z - 0.2}{0.8z} \right) \quad \dots(10)$$

$$b = \frac{z - 0.2}{0.8zRo} \quad \dots(11)$$

donde:

z = parámetro que determina la curvatura y pendiente de la curva

Ro = el reclutamiento virgen, análogo al concepto de B_0 (Hilborn y Walters, 1992; Hilborn y Mangel, 1997) y esta dado por:

$$Ro = Bo(1 - s) \quad \dots(12)$$



La estimación de los parámetros de este modelo consistió en ajustar simultáneamente los datos de *CPUE* y captura artesanal mensual de cada temporada en particular. Los parámetros considerados conocidos fueron el crecimiento y la relación biométrica, de tal manera que α y ρ fueron constantes. Los únicos parámetros estimados fueron la biomasa a la edad de reclutamiento para la temporada $T(B_k, \tau)$, s , q y U_{art} . El número de individuos para el primer mes en la ecuación 7 se estimó simplemente como $B_{k,T} / W_k$.

Una última consideración, en el caso particular de la pesquería artesanal, es que el esfuerzo está regulado por la abundancia y no al revés. Por tanto, se asume que en el primer mes de pesca participan todas las embarcaciones de la flotilla artesanal y conforme el recurso se hace menos abundante, el esfuerzo disminuye. Así, la tasa de aprovechamiento artesanal por mes se ponderó en función de la captura mensual:

$$U_{art_t} = \frac{Cart_t}{\sum_{t=sep}^{feb} Cart_t} U_{art} \quad \dots(13)$$

Este modelo es una aproximación más realista a la dinámica de las poblaciones de camarón sujetas a aprovechamiento, ya que incorpora crecimiento individual, sobrevivencia, aprovechamiento por dos pesquerías y el reclutamiento en función de la biomasa desovante.

El proceso de ajuste y estimación de los parámetros se realizó en dos fases:

- 1) Se estimó la mejor combinación de los parámetros mediante la herramienta *Solver* del programa informático Microsoft Excel 97, que utiliza rutinas de optimización iterativa, como el método de Newton, con lo cual se construye el ajuste determinístico.
- 2) Posteriormente se estimó la *distribución de probabilidad posterior de Bayes* (DPPB) de cada parámetro, usando para ello un proceso de simulación tipo Montecarlo-Bayesiano que consiste en generar números aleatorios de cada parámetro con base en su distribución anterior. El proceso se repitió entre 30,000 y 100,000 veces integrando sobre un rango específico para cada parámetro. La probabilidad anterior de los parámetros fue considerada no informativa (Box y Tiao, 1973; Gelman *et al.*, 1995; Carling y Louis, 1997), por lo que los valores aleatorios fueron obtenidos de una distribución uniforme dentro de un rango determinado, de tal forma que todo el peso de la distribución posterior se dejó a la información proporcionada por los datos, a través de la función de verosimilitud que se detalla a continuación.

Tanto en la fase de optimización como en la de simulación se utilizó una *función de verosimilitud* (FV) de la forma:

$$L(Dobs|\theta) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(V_i)^2}{2\sigma^2}\right) \dots(14)$$

donde:

$L(Dobs|\theta)$ = verosimilitud de los datos observados, dados los parámetros del modelo (en el de Schaefer θ representa B_0 , r , P , q , U_{art} y σ ; mientras que en el EERR se refiere a B_0 , $B_{k,t}$, S , Z , q y σ)

D_{obs} = dos vectores de datos: el primero corresponde a la CPUEobs y el segundo a la $Cart$

V_i = error de observación, que en el caso de la CPUE está dado por:

$$V_i = [LN(CPUEobs_i) - LN(\hat{CPUE}_i)]^2 \dots(15)$$

σ = desviación estándar del error que se calcula analíticamente como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [LN(CPUEobs_i) - LN(\hat{CPUE}_i)]^2} \dots(16)$$

Para obtener el error de captura artesanal solamente se sustituyó la $Cart$ (observada y estimada) por $CPUE$ en la ecuación 15 y en la ecuación 16.

Finalmente, la verosimilitud total (VT) que optimiza el ajuste (en cada modelo) a los datos de la pesquería industrial y artesanal fue obtenida como:

$$VT = L(CPUE_{obs}|\theta)L(Cart_{obs}|\theta) \dots(17)$$

que es el valor con que se calcula en cada repetición al estimar la DPPB de los parámetros.



τ Estado actual de la pesquería de camarón en el litoral del Pacífico. 1997

El manejo de los recursos pesqueros se basa en Puntos de Referencia Biológicos (PRB) que permiten definir una determinada estrategia de pesca y se derivan de los modelos que caracterizan la dinámica de las poblaciones (Sissenwine y Shepherd, 1987; Mace, 1994). Los PRB como estrategias de manejo dependen de las condiciones del stock bajo estudio y pueden ser concebidos bajo enfoques "precautorios", "riesgosos" u "óptimos" (Mace, 1994).

Los puntos de referencia biológicos, se manifiestan de acuerdo con las condiciones del stock, pudiendo presentarse bajo enfoques precautorios, riesgosos u óptimos.



Para definir el estado Est del recurso el primer paso consistió en conocer si

$$Est \begin{cases} < 1 \text{ Estado 1: el stock se encuentra abajo del nivel óptimo} \Rightarrow \text{Se requiere de estrategia de recuperación} \\ > 1 \text{ Estado 2: el stock se encuentra arriba del nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería tiene potencial de desarrollo} \\ = 1 \text{ Estado 3: el stock se encuentra en su nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería se encuentra en un nivel adecuado} \end{cases}$$

la biomasa actual Bt_{Actual} es mayor o menor a $Bo/2$ y se obtuvo como:

$$Est = \frac{Bt_{Actual}}{[B_{PEM}]}$$

Así, el estado del stock se ubicó de acuerdo a la siguiente regla de decisión y en todos los casos Bt_{Actual} se refiere a la biomasa en 1997.

El uso del *modelo dinámico de biomasa* en el manejo de recursos pesqueros se basa en que la Producción Excedente Máxima (PEM) se obtiene cuando la biomasa de la población se encuentra a la mitad ($Bo/2$) de lo que tendría en su condición virgen y si este nivel de biomasa se mantiene constante. Entonces es posible obtener lo que se conoce como el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), de tal manera que el Punto de Referencia Objetivo (PRO) es llevar la biomasa de la población al nivel donde la producción excedente es máxima (B_{PEM}), esto es; extraer sólo lo que lo que la población produce en exceso y determinar el esfuerzo requerido para ello.

Guaymas

Camarón azul

Modelo dinámico de biomasa

El ajuste del modelo a los datos de Ct_{ind} , $CPUE_{obs}$ y Ct_{art} se presenta en la *figura 4*. Como en la pesquería artesanal se está asumiendo una tasa de aprovechamiento constante durante el periodo de análisis, el ajuste del modelo a los datos es relativamente pobre (Fig. 4c). Esto significa que la estimación de la tasa de aprovechamiento de la pesquería artesanal (U_{art}) es poco precisa, tal como se observa en *figura 5e*.

Una ampliación a la descripción del parámetro P puede ser observada en la *figura 4d*. La curva de biomasa en la temporada 1985-1986 inicia abajo de la mitad de la biomasa virgen, lo que indica que al inicio de la serie de datos la biomasa era menos de 0.5 de Bo . El valor esperado (VE) de la DPPB de P fue de 0.41 (Fig. 5c), lo cual significa que en la temporada 1985-1986 el nivel de biomasa se encontraba al 41.21% del máximo.

es capaz de producir casi el doble de su biomasa, lo cual explica que a pesar de la intensa explotación tanto por la flota industrial como la artesanal el stock no se haya colapsado, y

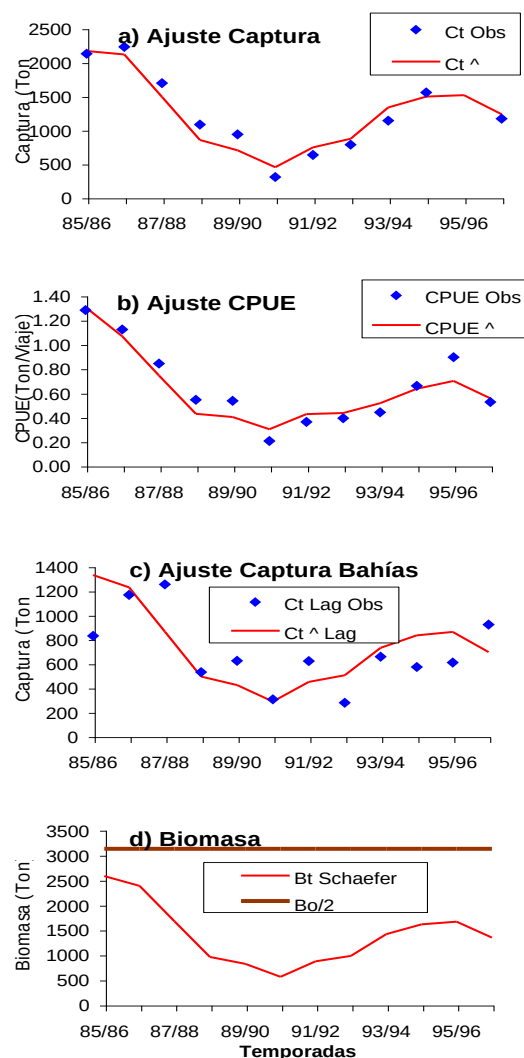


Fig. 4. Ajuste del modelo dinámico de biomasa de Schaefer a los datos de captura y $CPUE_{obs}$ de camarón azul *P. stylisrortris* en la zona de Guaymas, Son.

El VE de r (1.82) indica que en el intervalo de un año el stock de camarón azul en la zona de Guaymas

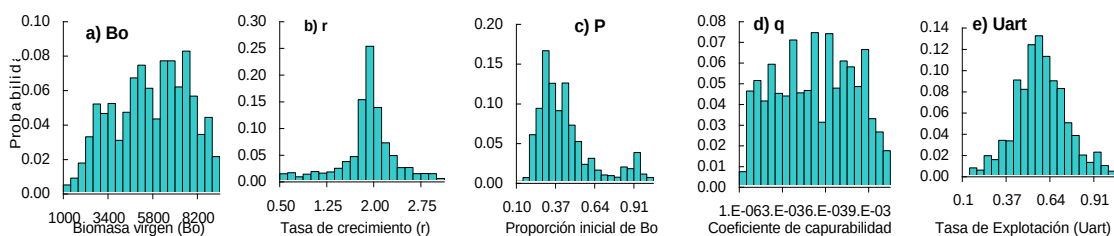


Fig. 5. Distribución posterior de: a) Bo , b) r , c) P , d) q , y e) U_{art} para el stock de población del camarón azul en la zona de Guaymas, Son.

la pesquería siga siendo la principal actividad pesquera en Sonora.

En el proceso de ajuste de un modelo existen errores de observación y errores de proceso (Hilborn y Walters, 1992; Hilborn y Mangel, 1997; Díaz de León, 1993). Los errores de observación están dados por la variabilidad en la duración de los viajes de pesca y la dificultad de medir la proporción de esfuerzo efectivo asignado a cada especie en el modelo dinámico de biomasa de Schaefer. Los errores de proceso se refieren a aquellos que se propagan en el tiempo, tal como fallas en el reclutamiento, disminución del periodo de reproducción, así como variaciones ambientales. Este tipo de errores no fue considerado para estimar la distribución posterior de los parámetros. Un tercer tipo de error corresponde a la estructura del modelo (Gilchrist, 1984; Schnute,

para la pesquería artesanal se considera constante en toda la serie de datos, cuando lo recomendable es estimar este valor en cada temporada utilizando los datos de esfuerzo.



Por tanto, es claro que las conclusiones en cuanto a determinar si la biomasa del stock es superior o inferior al nivel de máxima productividad está sujeta a error. Así, aún cuando en la *figura 4d* se muestra que en la temporada 1996-1997 la biomasa es aproximadamente la mitad de $Bo/2$, el VE de la distribución posterior de $Bt_{Actual}/[Bo/2]$ fue de 0.84 con un coeficiente de variación de 0.46 (Fig. 6c). Esto significa que la

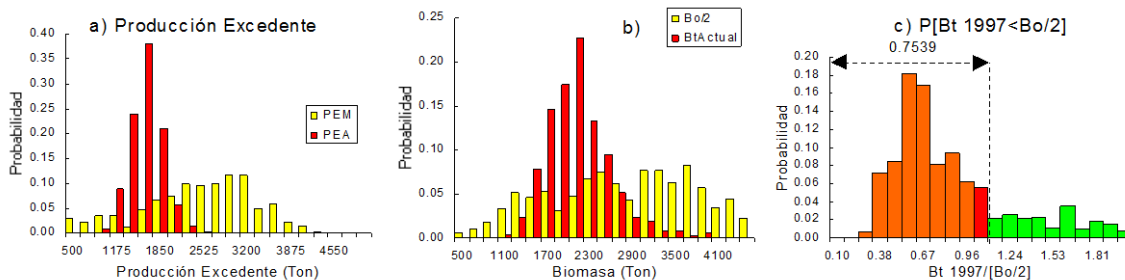


Fig. 6. Estado del camarón azul *P. stylirostris* en la zona de Guaymas, Son. Distribución posterior de a) PEA y PEM, b) biomasa actual (1997) y $Bo/2$, c) tasa $Bt_{Actual}/Bo/2$

1987; Schnute, 1991).

En este caso, debido a la simplicidad del modelo de Schaefer, no se considera la estructura real de la población (edad, tallas y proporción de sexos). Además, la tasa de aprovechamiento

biomasa en 1997 se encuentra al 84% de su máxima productividad. Por tanto, el stock de población de camarón azul en la zona de Guaymas se ubica en la categoría de pesquerías que requieren estrategias de recuperación.

La afirmación anterior está sustentada en una probabilidad de (0.7539%) que es la probabilidad de que Bt_{1997} sea menor a $Bo/2$ (Fig. 6c).

Modelo EERR

La aplicación en detalle de este modelo a los datos del camarón azul en la zona de Guaymas se debe a que en esta pesquería existe menor error en la estimación de la composición por especies, ya que el azul y el café se maquilan en marcas diferentes. Por tanto, los supuestos sobre la identificación de la unidad de stock y el acceso al recurso por dos flotas se cumplen en mayor grado que el resto de las áreas. Además, en esta especie se presenta sólo un reclutamiento al año y aún cuando en algunos casos se han observado generaciones secundarias, la mayor parte de la captura esta sustentada en una cohorte que se recluta entre agosto y septiembre a la edad de 4 a 5 meses, por lo que se deduce que

los desoves ocurren desde febrero hasta mayo con mayor intensidad en marzo y abril. Como el producto de la reproducción en marzo y abril de una temporada estará disponible en agosto y septiembre de la siguiente, en la primera fase de ajuste no se incluyó la relación stock-reclutamiento.

El camarón azul presenta un solo reclutamiento anual, de una cohorte, en agosto-septiembre, a los 4 a 5 meses de edad.

Los parámetros estimados para las temporadas 1985-1986 a la 1996-1997 se presentan en la *tabla 3*.

Tabla 3. Parámetros de la población de camarón azul, *P. stylirostris* estimados con el modelo EERR durante las temporadas 1985-1986 a 1996-1997 (Intervalo Δt mensual) en la zona de Guaymas, Son.

Temporada	Btr	M	q	Uind	Uart
1986-1985	3285.460	0.250	9.4500E-04	0.171	0.130
1986-1987	2886.870	0.244	7.6596E-04	0.169	0.277
1987-1988	2295.938	0.243	1.0276E-03	0.228	0.287
1988-1989	1602.070	0.215	9.0182E-04	0.218	0.257
1989-1990	1199.707	0.259	1.0587E-03	0.187	0.239
1990-1991	592.801	0.215	6.4274E-04	0.110	0.223
1991-1992	No se dispone de datos de esfuerzo				
1992-1993	1159.957	0.214	1.5272E-03	0.280	0.267
1993-1994	1661.645	0.184	6.2571E-04	0.164	0.424
1994-1995	1848.056	0.210	7.8358E-04	0.217	0.240
1995-1996	1957.603	0.010	1.6706E-03	0.360	0.158

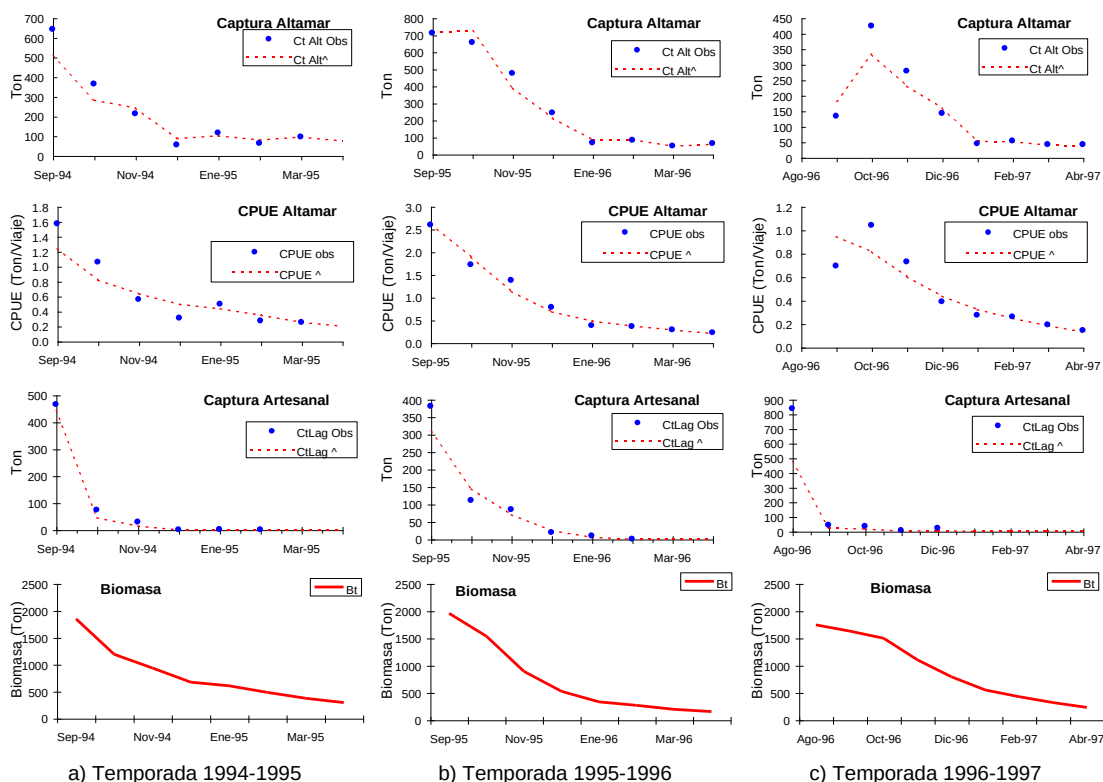


Fig. 7. Ajuste del modelo EERR a los datos de camarón azul *P. stylirostris* en la zona de Guaymas durante las temporadas 1994-1995, 1995-1996 y 1996-1997.

Aunque el modelo se aplicó de la temporada 1985-1986 hasta la 1996-1997, con objeto de apreciar gráficamente el ajuste a los datos, en la *figura 7* se presentan sólo los resultados obtenidos en las últimas tres temporadas donde se observa que tanto la captura de la pesquería industrial como la artesanal son descritas satisfactoriamente por el modelo

La biomasa inicial de las cohortes oscila entre 1,500 y 2,000 t y al final de la temporada llega a ser menos de 500 t. Dado que las temporadas terminan a fines de abril y principios de mayo de cada año, entonces el stock que queda al final de cada temporada constituye el stock desovante que genera los reclutas para la siguiente temporada. Es interesante notar que aún cuando el stock remanente es muy reducido, en sólo cuatro meses la población es capaz de generar una biomasa similar a la de la temporada inmediata anterior, lo que confirma la extraordinaria capacidad de recuperación de los camarones peneidos, deducida a partir del valor tan grande de r obtenida con el modelo dinámico de biomasa (Fig. 5b).



Confrontación de modelos: ajuste histórico

Uno de los aspectos más importantes en la confrontación de modelos es comparar cuál describe mejor los datos observados y la similitud de las variables de interés. Sin embargo, el objetivo al comparar aquí los dos

modelos utilizados es una comparación de los niveles de biomasa y sus variaciones estimadas por cada uno de ellos.

Los camarones peneidos poseen una elevada capacidad de recuperación poblacional que, sin embargo, puede verse superada cuando la captura es mayor a lo que las poblaciones producen en exceso.

En la *figura 8* se representa gráficamente la comparación de la biomasa anual y mensual estimada por ambos modelos, donde es importante observar que el valor de B_t estimado con el modelo dinámico de biomasa es aproximado a la biomasa inicial de la cohorte anual. Por otra parte, aún cuando las poblaciones de camarón tienen una gran capacidad de recuperación, el stock reproductor puede ser reducido a tal grado que el reclutamiento puede verse afectado.



En términos del modelo dinámico de biomasa, la disminución observada a partir de la temporada 1985-1986 a 1990-1991 puede explicarse debido a que la captura superó lo que la población produjo en exceso en cada una

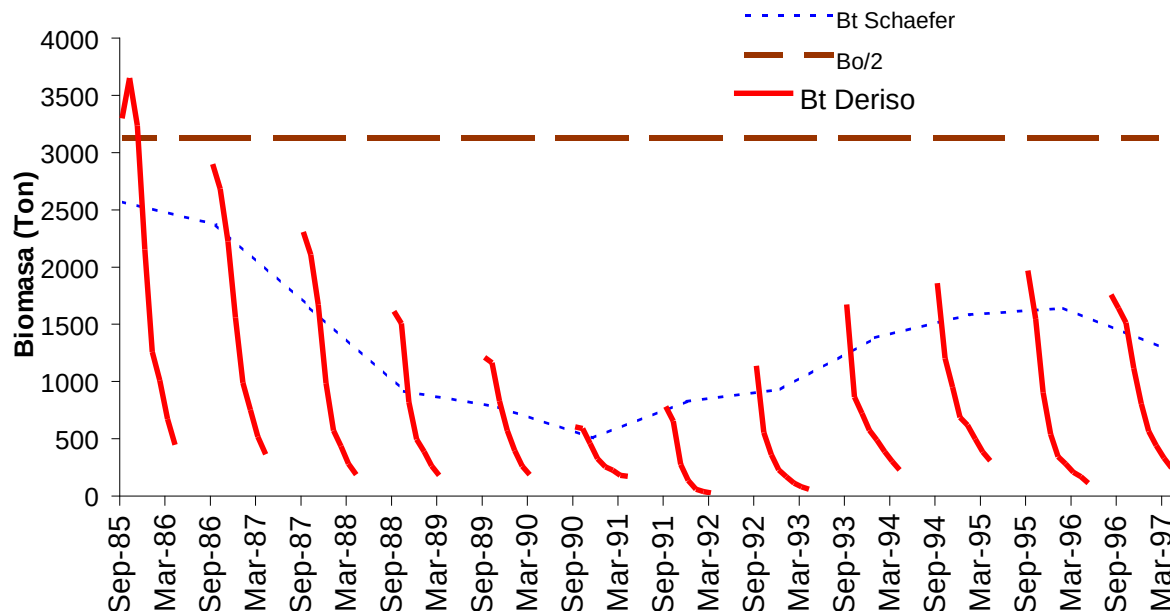
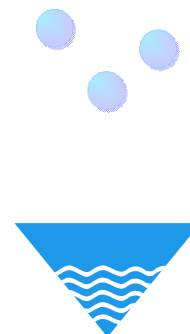


Fig. 8. Confrontación de la biomasa estimada por el modelo dinámico de biomasa y el modelo EERR para la población de camarón azul *P. stylirostris* en la zona de Guaymas, Son.

de las temporadas, mientras que en el modelo de EERR el mismo fenómeno se explica por una disminución del stock reproductor. En la *figura 8* se puede apreciar que a partir de la temporada 1985-1986 la biomasa remanente disminuyó progresivamente al final de cada temporada, lo cual ocasionó que el reclutamiento en las siguientes temporadas fuera disminuyendo. A partir de 1993-1994 la biomasa remanente se incrementó y en las siguientes dos temporadas el reclutamiento aumentó ligeramente; sin embargo, en la temporada 1995-1996 nuevamente la biomasa al final fue menor y en la más reciente (1996-1997) se observó una disminución en la biomasa de los reclutas. En conclusión, ambas explicaciones se refieren a que la capacidad de regeneración de la población fue afectada.

Por otra parte, aquí se considera que en términos de modelación y en especial para pronóstico, el modelo de Schaefer es mejor que el estructurado por edades, puesto que la regeneración de la población está

implícita en el término de crecimiento $[r*Bt*(Bo-Bt)/Bo]$, en tanto que en el EERR depende en gran medida de la función stock-reclutamiento, que ha sido uno de los mayores problemas en la ciencia pesquera (Gulland, 1973).



La relación stock-reclutamiento en particular en camarones peneidos, queda enmascarada en muchas ocasiones por las variaciones de las condiciones ambientales (Tang, 1985; Caddy, 1986; Garcia y LeReste, 1982 y Díaz de León, 1993). No obstante, con objeto de estimar de manera

independiente los parámetros de la *ecuación 9*, se realizó un análisis stock-reclutamiento tomando como stock reproductor la biomasa remanente (B_{REM}) al final de la temporada T , y como reclutamiento la biomasa inicial de la cohorte (a la edad de reclutamiento k) en la siguiente temporada ($B_{k, T+1}$). Adicionalmente el modelo se ajustó estimando los parámetros a y b de manera no analítica (sin considerar la *ecuación 10* y la *ecuación 11*) y sustituyendo la expresión $B\delta$ por $a*B\delta$ en el numerador de la *ecuación 9*.



El proceso de ajuste consistió simplemente en minimizar la suma de diferencias al cuadrado entre los valores observados y estimados mediante métodos numéricos de optimización por iteraciones newtonianas.

Los resultados indican que aún cuando en la zona más cercana al origen los datos no siguen el patrón de la curva teórica (Fig. 9) se observa claramente que el reclutamiento se incrementa conforme aumenta la biomasa remanente al final de la temporada.

El valor estimado de Z fue 0.85, lo cual indica que con bajos niveles de stock reproductor se puede alcanzar un reclutamiento alto (Hilborn y Mangel, 1997).

El valor de B_0 estimado de esta manera fue de 5,200 t, el cual se encuentra dentro del rango de la DPPB obtenida con el modelo de Schaefer (Fig. 5a).

Las dos aproximaciones de ajuste describen de manera similar en la parte inicial de la curva (Fig. 9); sin embargo, cuando a y b son estimados con las *ecuaciones 10* y *11*, la predicción de reclutamiento es menor que cuando se estiman como parámetros independientes. Los datos observados no permiten dilucidar si al incrementarse la biomasa remanente el reclutamiento seguirá el pronóstico de la curva y en que nivel esta se vuelve asintótica, ya que sólo se observa la parte inicial de la relación (Fig. 9). Esto probablemente se debe a que la biomasa se encuentra en un nivel muy bajo. Si, por ejemplo, dentro del periodo analizado la biomasa estuviera entre B_0 y $B_0/2$, entonces sólo se observaría la parte asintótica. Lo que sí es claro es que al aumentar el stock reproductor el reclutamiento se incrementa.



Según García y LeReste (1982), no hay poblaciones, incluso aquellas que han sido fuertemente explotadas, en las que se haya demostrado que el

fueron suficientes para repoblar la población.

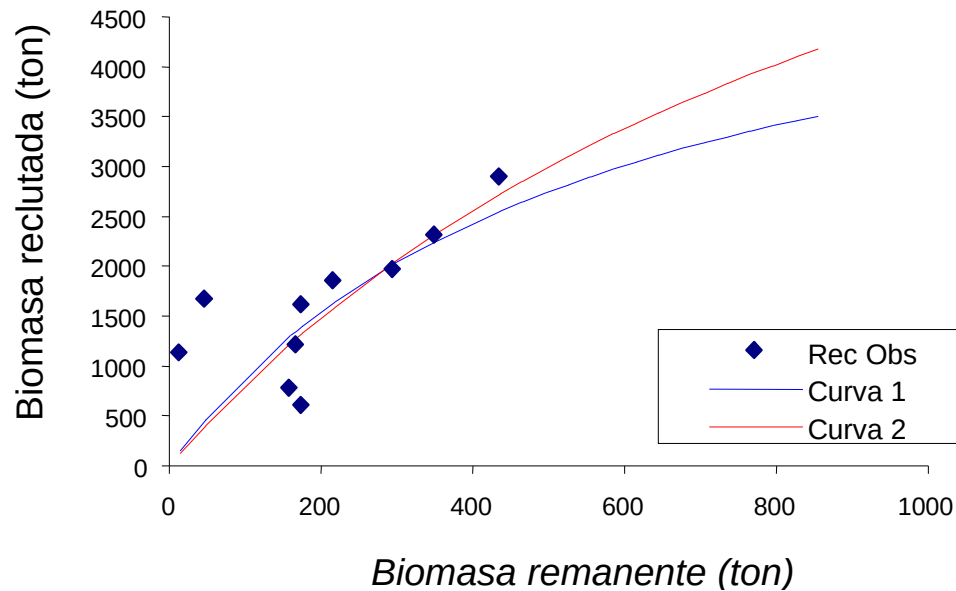


Fig. 9. Ajuste de dos modelos de stock-reclutamiento tipo Beverton y Holt a los datos de biomasa remanente al fin de la temporada T y el reclutamiento (en biomasa) para la temporada T en el camarón azul *P. stylirostris* en la zona de Guaymas, Son. (Curva 1: a y b estimados analíticamente; Curva 2: a y b estimados de manera independiente).

reclutamiento haya sido afectado por el aprovechamiento de los adultos, aunque al parecer en el stock del camarón azul en Guaymas esto sí ha ocurrido.

Lo que sí ha sido establecido es la gran capacidad de recuperación de los camarones peneidos. Gunter (1966) señaló que después de la casi destrucción total del recurso camarón en la costa atlántica de Estados Unidos por el frío invierno de 1940, en 1941 las capturas fueron normales, por lo que los pocos supervivientes

En este trabajo el modelo EERR se aplica sólo al camarón azul en la zona de Guaymas y, más que pretender determinar el estado del recurso, es utilizado para demostrar que aún cuando el modelo dinámico de biomasa es muy simple, cuando existen datos confiables tanto de captura y esfuerzo como de información biológica, la biomasa estimada por ambos enfoques (dinámico y estructurado por edades con retraso) es similar. Por tanto, ante la ausencia de datos

(especialmente de esfuerzo efectivo mensual en sistemas lagunares) para usar un modelo más elaborado, el dinámico de biomasa puede ser utilizado con resultados confiables aún en recursos de naturaleza extremadamente dinámica y variable como los camarones.

Camarón café

En la fase inicial de cualquier pesquería, o cuando la biomasa del stock no ha sido afectada, los incrementos del esfuerzo corresponden de manera lineal a incrementos en la captura; al mismo tiempo, la CPUE acusa una disminución como consecuencia de la reducción de la biomasa.

Durante el periodo de 1976-1977 a 1990-1991 la captura de camarón café en la zona de Guaymas presentó una tendencia negativa, al disminuir de 3,465 a 1,400 t. A partir de la temporada 1991-1992 se ha observado un ascenso continuo hasta la temporada 1994-1995 (Fig. 10a). De acuerdo con los supuestos del modelo dinámico de biomasa, en general, el resultado de la disminución de la captura, que a su vez está relacionada con una disminución en el esfuerzo, ha traído como resultado un incremento en la CPUE (Fig. 10b).

El análisis preliminar del comportamiento de la captura y el esfuerzo permite deducir que el stock aún es capaz de responder a los cambios en las variaciones del esfuerzo y que, por tanto, el nivel de biomasa requerido para la regeneración de la población no ha sido afectado. A partir de la temporada 1982-1983 la CPUE muestra una tendencia ascendente,

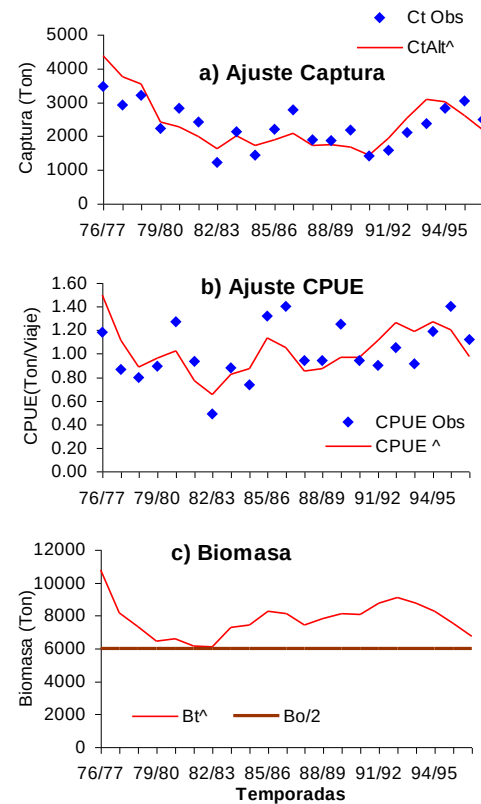


Fig. 10. Ajuste del modelo dinámico de biomasa a los datos de captura y esfuerzo camarón café *P. californiensis* en la zona de Guaymas, Son.

que es precisamente lo que indica la curva de biomasa estimada por el modelo (Fig. 10c).

Por otra parte, la distribución posterior de B_0 (Fig. 11a) muestra que la biomasa virgen de la población se encuentra dentro del rango de 6,500 y 30,000 t, con un VE de 17,000 t y un cv de 0.32, lo cual indica que la incertidumbre sobre el punto de referencia que define el estado del recurso ($B_0/2$) es relativamente grande (Fig. 11a). El camarón café es una de las especies con menor tasa de crecimiento individual y, además, tiene menor fecundidad que el camarón azul, de tal manera que el hecho de que el valor de r (Fig. 11b) sea menor a la obtenida en el azul es cohe-

rente con la biología de las dos

está ligeramente a la derecha de

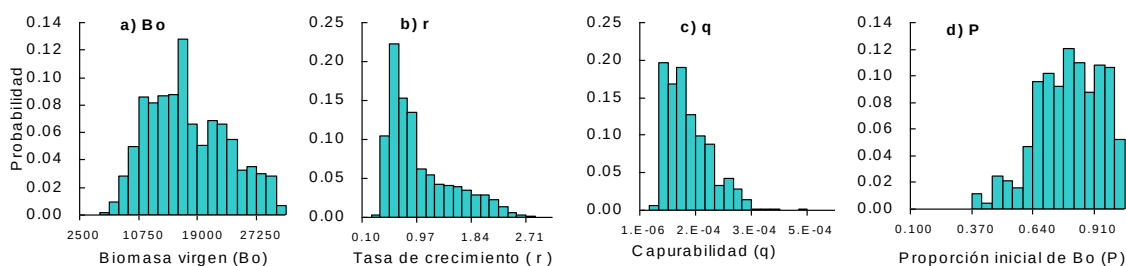


Fig. 11. Distribución posterior de la biomasa virgen (B_0), la tasa intrínseca de crecimiento (r), la proporción (p) de B_0 al inicio de la serie de datos de captura y esfuerzo y el coeficiente de capturabilidad (q) para el stock de población del camarón café, *P. californiensis* en la zona de Guaymas, Son.

especies.

En el período analizado la captura de camarón café ha oscilado alrededor de las 2,000 t, y sólo en algunas ocasiones ha superado las 3,000 t (Fig. 10a). Si el VE de la PEM es de 3,000 t (Fig. 12a), entonces se ha extraído menos biomasa que la producción excedente, lo que implica que esta debe ser mayor a $B_0/2$.

En la representación determinística de la figura 10c se observa que durante todo el período la biomasa ha sido superior a $B_0/2$, y aún cuando a partir de la temporada 1992-1993 la tendencia es descendente, en la temporada 1996-1997 es todavía ligeramente superior a la $B_0/2$.

Esto se confirma con la distribución posterior de $B_0/2$ y Bt_{1997} , donde se observa que ambas distribuciones son muy similares, aunque la Bt_{1997}

$B_0/2$ (Fig. 12b). Por consiguiente, el stock de camarón café en la zona de Guaymas se ubica en la categoría de recursos con aprovechamiento adecuado, ya que la Bt_{1997} es 33% superior al valor en el cual se obtiene la producción máxima (Fig. 12c). La probabilidad de que esto no sea así es de sólo 18.3%.

El camarón café de Guaymas se clasifica como recurso con aprovechamiento adecuado.

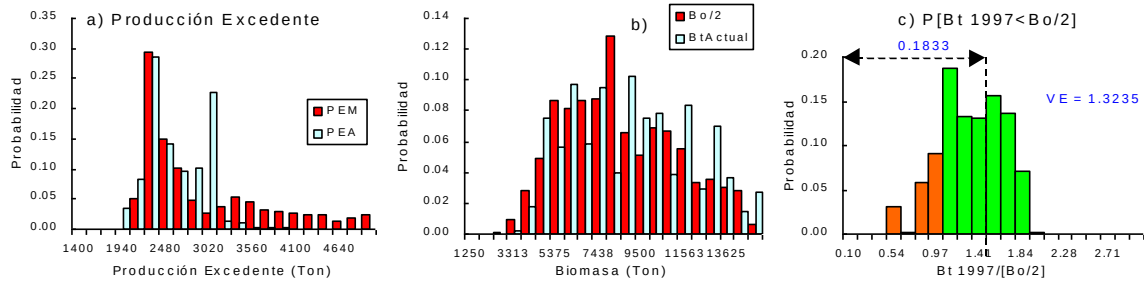


Fig. 12. Estado del camarón café, *P. californiensis* en la zona de Guaymas, Son. Distribución posterior de probabilidad de a) Producción Excedente, b) Biomasa Actual y $Bo/2$ y, c) Tasa $Bt_{Actual}/Bo/2$

Mazatlán

Camarón Azul

El VE de la distribución posterior de Bo fue de 10037 ($cv = 0.41$), que es mayor al de la zona de Guaymas. La distribución posterior de r presentó una distribución bimodal, con valores de 0.8 y en 2.2.

No obstante, el VE fue de 1.47 y se localiza dentro del rango estimado para las otras especies. Es importante mencionar que el coeficiente de variación de la distribución posterior de los parámetros es mayor también al obtenido en Guaymas, lo que indica que aún cuando existe más incertidumbre acerca del valor real de los parámetros, el modelo logra describir de manera satisfactoria los datos observados de la pesquería industrial y artesanal.

Es importante mencionar que al existir una disminución en la captura, la población responde con incrementos en la biomasa, por lo que se cumple uno de los supuestos del modelo de dinámico de biomasa. Como consecuencia de la tendencia ascendente, en 1996-1997 la biomasa de la población fue mayor en 33.5 que $Bo/2$. La probabilidad de que Bt_{1997} sea menor a $Bo/2$ es de 0.72, por lo que este recurso se ubica en el estado de pesquerías con aprovechamiento óptimo.

La validez de este resultado está condicionada a los datos de captura de camarón azul. En Sinaloa la abundancia de esta especie se incrementa de Sur a Norte, comportamiento inverso al del camarón blanco. Sin embargo, los registros oficiales de captura reportan sólo “camarón”, de tal manera que es difícil conocer la proporción de cada especie, particularmente en las zonas donde se capturan las dos especies. Aunado a esto, en algunos meses se reporta camarón fresco entero, en otros camarón sin cabeza e incluso camarón seco.

Si se considera que no existen datos de esfuerzo en la pesquería artesanal

y que la captura real es incierta, entonces el estado del camarón azul en Sinaloa debe considerarse como preliminar.

En la actualización de este documento se dará énfasis a la determinación del estado de la pesquería de camarón azul en Sinaloa, una vez que se cuente con datos de captura más precisos.

La situación de la pesquería del camarón azul de Mazatlán debe condicionarse a la validez de los datos de captura.

Camarón blanco

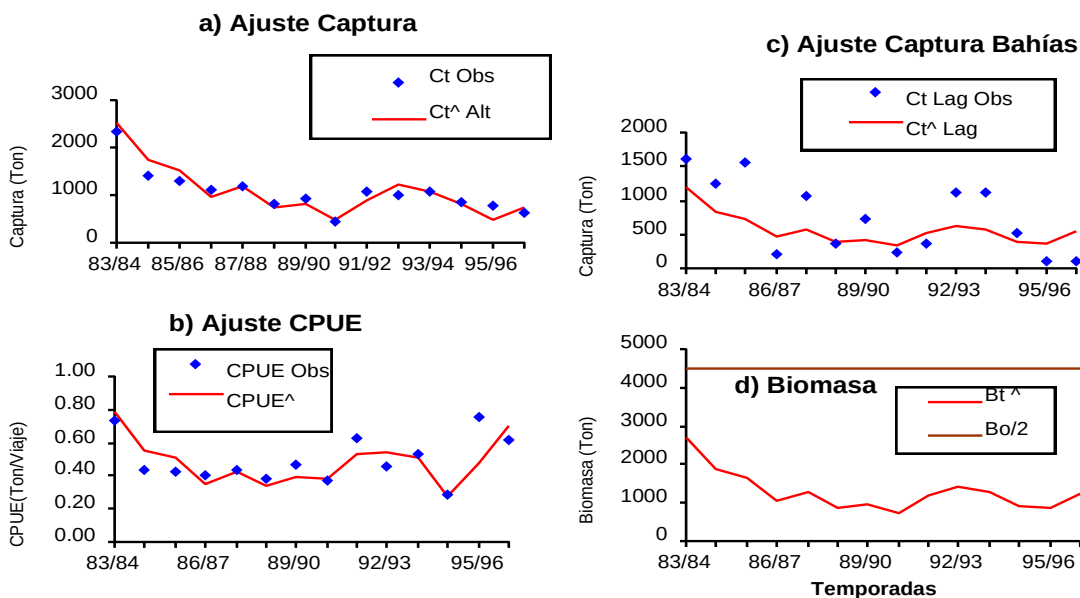


Fig. 13. Ajuste del modelo dinámico de biomasa a los datos de captura y esfuerzo de camarón blanco *P. vannamei* en la zona de Mazatlán, Sin.

En el caso de los datos de la pesquería de altamar del camarón blanco de Mazatlán, el modelo describe de manera satisfactoria las variaciones de la captura y la CPUE (Figs. 13a y b). No obstante que en la captura de la pesquería artesanal el ajuste es poco satisfactorio (Fig. 13c), se considera que es posible determinar el estado de este recurso con base en el modelo utilizado.

La distribución posterior de la PEA va de 1,175 a 1,900 (Fig. 15a), con un VE de 1,500 t, que es muy similar a la suma de las capturas de altamar y bahías, que ocasiona que la biomasa no muestre una tendencia definida, al menos en las últimas seis temporadas (Fig. 13d). Sin embargo, el hecho de capturar solo la PEA no implica un aprovechamiento adecuado, ya que el VE de la PEM es

alrededor de 3,800 t (Fig. 15a).

Para que la población pueda generar la PEM es necesario que la biomasa se encuentre cercana a 4,700 t, que es el VE de $Bo/2$, (no en 1,500) (Fig. 15b). El VE de la tasa $Bt_{1997}/[Bo/2]$ indica que Bt_{1997} es el 24.1% de $Bo/2$, y prácticamente con cero probabilidad de que Bt_{1997} sea mayor a $Bo/2$ (Fig. 15c). Por lo tanto, esta población se encuentra entre los recursos que requieren recuperación.

Es importante señalar que de los cuatro stocks analizados anteriormente, el camarón blanco en la zona de Mazatlán es el que presenta la biomasa más baja con relación a $Bo/2$.

Tradicionalmente el camarón blanco ha sido aprovechado en la fase adulta por la flota industrial; en la fase juvenil por la pesquería artesanal y en la fase de preadultos, recién reclutados hacia la población marina, por una pesca furtiva de grandes proporciones.

Aunado a lo anterior, una presión cada vez más intensa sobre la fase de postlarvas y reproductores durante la veda ha traído como consecuencia que la biomasa de esta especie se encuentre muy disminuida con un VE de 1.52, (Fig. 14b).

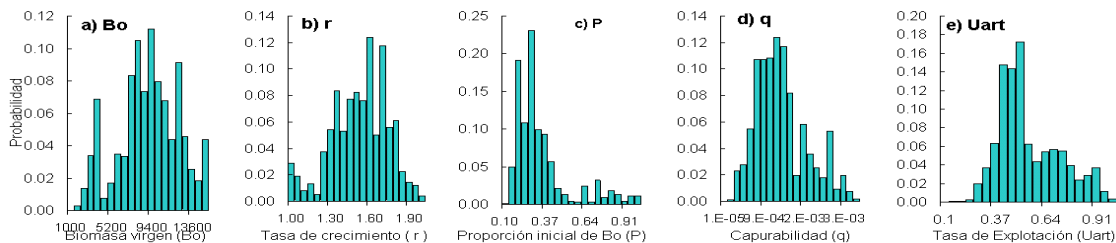


Fig. 14. Distribución posterior de: a) la biomasa virgen (Bo), b) la tasa intrínseca de crecimiento (r), c) la proporción de Bo al inicio de la serie de datos de captura y $CPUE$, d) el coeficiente de capturabilidad (q), y e) la tasa de aprovechamiento de la pesquería artesanal (U_{art}) para el stock de población del camarón blanco en la zona de Mazatlán, Sin.

La población del camarón blanco de Mazatlán requiere un tratamiento de recuperación.

Camarón café

El camarón café descargado en Mazatlán, Sin. es quizá uno de los que menos cumple el supuesto de que provenga de un solo stock ya que debido a la gran movilidad de la flota de ese puerto las capturas pueden provenir de la costa de

Sinaloa y Sonora; de la Costa Occidental de Baja California Sur; e incluso del Golfo de Tehuantepec.

No obstante, el modelo logra describir las variaciones generales de la *CPUE* y aún cuando no predice la disminución observada en la temporada 1990-1991 (Figs. 16a y b), el ajuste es satisfactorio.

La biomasa del camarón café en la zona de Mazatlán se comporta de manera similar a la de Guaymas, puesto que ha sido mayor que $Bo/2$ durante casi todo el período de análisis (Fig. 16c).

El valor esperado de la proporción inicial de Bo (P) fue de 0.48 (Fig. 17c). Esto indica que al inicio del periodo de análisis (1983-1984) la biomasa de la población de esta especie se encontraba muy cerca del valor de $Bo/2$, y que de acuerdo con la curva de biomasa de la figura 16c, se ha mantenido en ese nivel hasta la temporada 1996-1997. El VE de la distribución posterior de la tasa $Bt_{1997}/[Bo/2]$ fue de 0.96, con una probabilidad de 0.51 de que Bt_{1997} sea menor a $Bo/2$ (Fig. 18c).

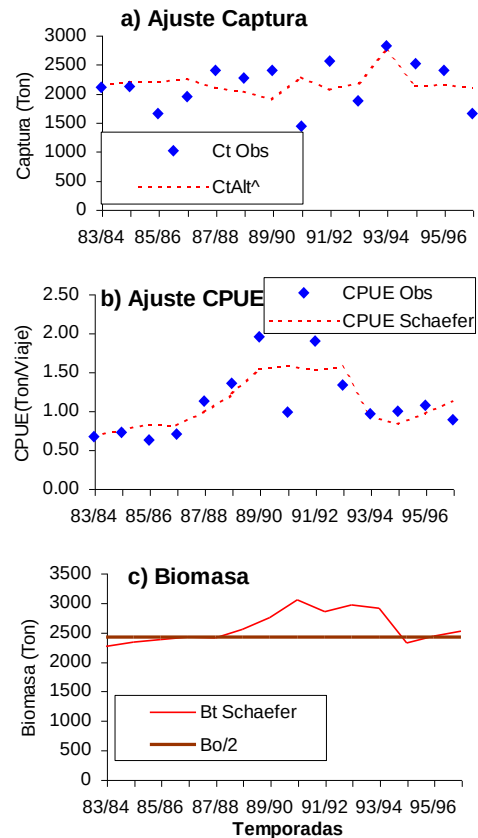


Fig. 16. Ajuste del modelo dinámico de biomasa a los datos de captura y esfuerzo de camarón café *P. californiensis* en la zona de Guaymas Son.

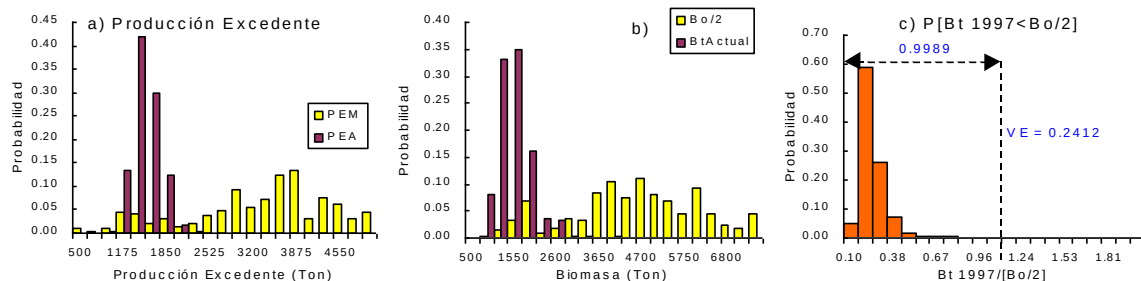


Fig. 15. Estado del camarón blanco *P. vannamei* en la zona de Mazatlán, Sin. Distribución posterior de a) la PEA y PEM, b) biomasa actual (1997) y $Bo/2$, c) $Bt_{1997}/[Bo/2]$

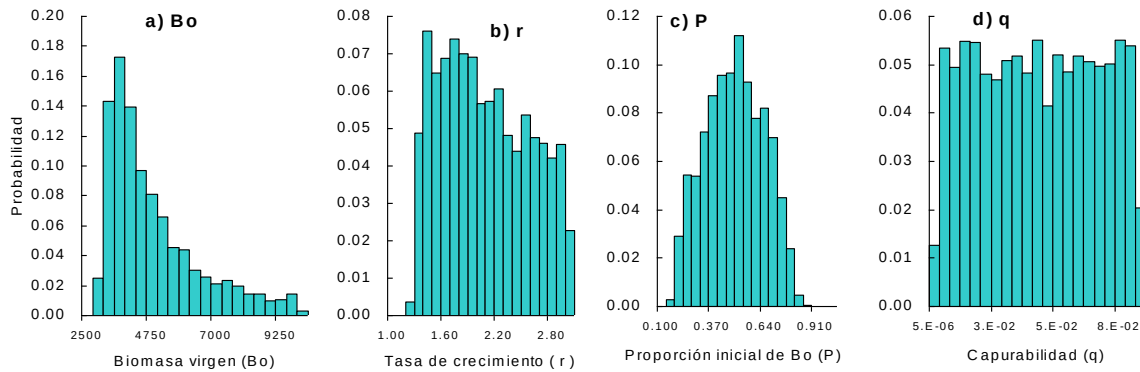


Fig. 17. Distribución posterior de: a) la biomasa virgen (B_0), b) la tasa intrínseca de crecimiento (r), c) la proporción (p) de B_0 al inicio de la serie de datos de captura y CPUE y d) el coeficiente de capturabilidad (q) para el stock de población del camarón café aprovechado por la flota de Mazatlán, Sin.

Como B_{t1997} es similar a $B_0/2$, entonces la PEA y la PEM deben ser muy parecidas, y es precisamente lo que se observa en la Figura 18a. Por lo tanto, el recurso se ubica en el estado correspondiente a pesquerías con un nivel de aprovechamiento óptimo.

Es posible concluir que tanto en Guaymas como en Mazatlán, el camarón café no está sujeto a la sobreexplotación que sufren el camarón

blanco y el azul en los sistemas lagunares, ni es tan accesible a la pesca furtiva en la franja costera.

Por ello se explica que los stocks de esta especie se encuentren en niveles de biomasa cercanos al de su máxima productividad biológica.

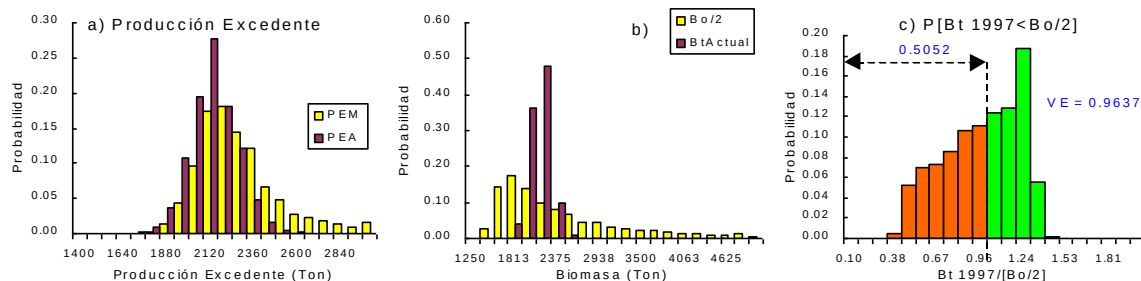


Fig. 18. Estado del camarón café *P. californiensis* en la zona de Mazatlán, Sin. Distribución posterior de a) la PEA y PEM, b) biomasa actual (1997) y $B_0/2$, c) $B_{tactual}$ (1997)/ $[B_0/2]$.

El camarón café en las zonas de Mazatlán y Guaymas no se sobreexplota y se encuentra en un estado de aprovechamiento óptimo.

Golfo de Tehuantepec

La segunda región en importancia es el Golfo de Tehuantepec. Esta presenta una característica especial en cuanto a la dinámica de la flota, puesto que en ella convergen embarcaciones con puerto base en Salina Cruz, Oax. y Puerto Madero, Chis. y un gran número de barcos de los puertos de Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son., que en muchas ocasiones descargan el producto en los puertos de origen. Tradicionalmente el puerto de descarga en esta zona ha sido Salina Cruz, sin embargo, recientemente, un gran número de barcos ha optado por descargar en Puerto Madero.



La investigación del INP en esta zona ha cubierto la totalidad de los aspectos biológicos (reproducción, post-larvas, migración, reclutamiento y crecimiento), sin embargo, uno de los principales aspectos que no ha sido cubierto es el desplazamiento de la flota, esto es, la captura extraída y el esfuerzo aplicado en el Golfo de Tehuantepec que se registra en otros puertos.



Puesto que la aplicación de modelos poblacionales con información incompleta se traduce en resultados erróneos, en esta ocasión se optó por no incluir en este trabajo el análisis sobre el estado de las poblaciones de camarón en el Golfo de Tehuantepec. Este será incluido en una actualización posterior del documento, una vez que se cuente con la información sobre la captura y el esfuerzo total que se extrae y aplica en esta zona. De esta manera, las conclusiones y recomendaciones que se deriven del análisis podrán ser consideradas para el manejo de la pesquería del camarón en esta zona, tal como se hará en el Golfo de California con las recomendaciones que se hacen al respecto.

La información que el INP posee de la zona del Golfo de Tehuantepec incluye resultados de numerosos estudios biológicos, sin embargo aún falta información sobre el esfuerzo pesquero y las estadísticas de captura.

Bahía Magdalena, B.C.S.

La pesquería del camarón en el sistema Bahía Magdalena-Almejas,

constituye otra de las zonas importantes en el Pacífico mexicano, ya que en la temporada 1997-1998 se obtuvieron más de 1,000 t, que corresponde a la captura máxima registrada en la historia de la pesquería en esa zona y será abordado en la siguiente serie de este documento.



En el análisis se tratarán con énfasis los fundamentos científicos y técnicos proporcionados por el INP que sirvieron de base a la SEMARNAP para la sustitución del arte de pesca conocido como “chango”, por redes menos dañinas al ecosistema del sistema lagunar. Asimismo, se analizarán los resultados de los diferentes estudios biológicos y de tecnología de captura derivados de los compromisos entre el sector pesquero y diferentes dependencias de la SEMARNAP.

Alto Golfo de California

Esta zona presenta un especial interés debido a que en ella se localiza la Zona de Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California para protección de diversas especies, algunas de ellas endémicas y amenazadas como la totoaba, *Cynoscion macdonaldi* y la vaquita marina, *Phocoena sinus*.

Los principales puertos de descarga son San Felipe, B.C., Puerto Peñasco y Santa Clara, Son. Los datos de captura por especie y esfuerzo de estas zonas están siendo actualizados para ser incluidos también en la siguiente serie de este documento,

donde se dará énfasis a la pesquería del chinchorro de línea en la zona de San Felipe, B.C.

La Zona de Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California es área de protección de diversas especies, algunas de ellas endémicas y amenazadas.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Las vedas estacionales han sido utilizadas comúnmente en el manejo de pesquerías con varios propósitos, entre ellos la limitación del esfuerzo, la protección de desoves y la maximización del rendimiento (en peso o valor económico) que puede ser obtenido de una cohorte. Las vedas modifican la distribución del esfuerzo de pesca en tiempo y espacio limitando el acceso de los pescadores a ciertos componentes del stock (Die y Watson, 1993). Esto implica una compleja interacción espacial y temporal entre los patrones de esfuerzo y la dinámica del stock, los cuales determinan el éxito o fracaso de las estrategias de manejo basadas en este mecanismo de manejo.

Comúnmente las vedas estacionales se aplican como limitantes del esfuerzo, protección



El análisis de diferentes escenarios de veda ha sido la opción más viable cuando el manejo es a corto plazo, ya que el objetivo es maximizar el rendimiento en el estado actual de las poblaciones. En otras palabras, el enfoque para el inicio de temporada (fin de veda) es determinar la talla o edad a la que los individuos de la cohorte principal deben ser capturados con objeto de maximizar el rendimiento, ya sea en peso o en valor de la captura.



Si el esfuerzo de pesca se incluye como una variable más, entonces el problema puede ser resuelto con un análisis de rendimiento por recluta. Así, en el caso más simple, la determinación de la fecha de inicio de temporada consiste en conocer el tiempo en el que los individuos alcanzarán la talla deseada. Sin embargo, independientemente de los diferentes escenarios de veda, en el ejemplo de referencia la maximización del rendimiento estará basado siempre en el aprovechamiento de los reclutas de la cohorte principal, que depende en buena medida de del estado poblacional del recurso.

En recursos pesqueros en los cuales el estado actual es sobrexplotación, el objetivo, sobre todo a mediano y largo plazo, es definir estrategias para recuperar la máxima productividad del stock y la estabilidad de la pesquería (Rosenberg y Brault, 1993). Por tal razón, el enfoque de las perspectivas de manejo presentadas en esta sección va más allá de diferentes análisis de escenarios de veda en los términos referidos anteriormente, plantea estrategias para incrementar la productividad de la población, de tal manera que en vez de aprovechar un número reducido de reclutas, la población sea capaz de generar un número mayor, lo cual implica manejo a mediano y largo plazo.

Dado que los análisis mostrados anteriormente indican que los diferentes stocks de camarón café se encuentran en un nivel de aprovechamiento óptimo, en esta sección se hace énfasis en las estrategias de recuperación de los stocks de camarón azul y blanco. Estas dos especies constituyen una pesquería secuencial y su aprovechamiento genera una serie de conflictos entre los usuarios, debido a que, como ya se indicó, la pesquería artesanal aprovecha la fase juvenil en las lagunas costeras y la flota industrial aprovecha la fase adulta en la zona marina, de tal manera que el reclutamiento en el mar depende del escape de camarón que escapan de las lagunas.

El manejo de una pesquería con estas características es complejo porque incluye aspectos de competencia (biomasa y valor) por el recurso en diferentes periodos, artes y zonas de pesca, con diferentes costos de producción y número de pescadores.

Idealmente, la asignación óptima a cada pesquería debe hacerse mediante un balance entre aspectos biológicos y económicos (Charles y Red, 1985), sin embargo, dado que estas poblaciones están sobreexplotadas, las estrategias planteadas se enfocan como un primer paso hacia la recuperación de la productividad. Por tanto, en las opciones analizadas no se consideran opciones de eliminación de una u otra pesquería, sino que sólo se analiza el comportamiento de la biomasa durante las siguientes tres temporadas bajo diferentes tasas de explotación en ambas pesquerías.



Los escenarios analizados son los siguientes:

- **Escenario base.** En el escenario de partida o control se analiza teóricamente la gran capacidad de crecimiento de las poblaciones de camarón con una tasa de explotación de cero.
- **Escenario 1.** Continuar con la tasa de aprovechamiento actual.
- **Escenario 2.** Aumentar el 50% de la tasa de aprovechamiento.
- **Escenario 3.** Disminuir 20% de la tasa de aprovechamiento.
- **Escenario 4.** Disminuir 30% de la tasa de aprovechamiento.
- **Escenario 5.** Disminuir 40% de la tasa de aprovechamiento.



Es importante recordar que para este análisis se dispone de datos confiables, sin embargo, esto no sucede en todas las zonas y especies, por lo que las opciones de recuperación serán analizadas con el modelo dinámico de biomasa y no con el EERR. Por tanto, es importante confrontar las proyecciones de biomasa de ambos modelos y analizar equivalencias y posibles sesgos cuando se disponga de poca información; otra posibilidad que es necesario examinar es que la complejidad y

variabilidad del sistema no permita modelarlo, y sea necesario integrar varios parámetros en un modelo más simple.

Guaymas

Camarón Azul

Confrontación de modelos: proyección

Uno de los productos de la evaluación de recursos marinos mediante modelos es la proyección hacia el futuro bajo diferentes escenarios de manejo (Smith y Gavaris, 1993). Con objeto de probar la validez de las proyecciones con los modelos de *Schaefer* y el EERR, antes de analizar las diferentes opciones en su conjunto, se realizó el siguiente ejercicio: se asumió que la temporada actual es la 1993-1994 y se proyectó la biomasa hacia las temporadas 1994-1995, 1995-1996 y 1996-1997, a la cual se le denominó “proyección simulada” ya que se trata de un futuro conocido. Si el modelo es capaz de “predecir lo que sucederá” durante las temporadas 1994-1995 a 1996-1997, es posible predecir también lo que pasará en la “proyección real”, (temporadas 1998-1999, 1999-2000 y 2000-2001).



Las únicas variables de entrada al modelo fueron el índice de reproducción (ηH) durante los meses de febrero a mayo, el esfuerzo mensual y total por temporada en el modelo

de biomasa y el EERR respectivamente. En este caso, el modelo EERR (Ecuación 6) utiliza la *ecuación 9* para generar el reclutamiento inicial en la temporada $T+1$ con base en la biomasa remanente de la temporada T . El resultado de las simulaciones se representa gráficamente en las *figuras 19a y b*. La serie punteada en rojo indica la captura y la CPUE mensual que el modelo EERR predice, en tanto que la serie con símbolos azules representa la captura y la CPUE reales. Los resultados obtenidos muestran que el modelo EERR es capaz de estimar con mucha precisión tanto las capturas como la CPUE en las tres temporadas así como el comportamiento de la CPUE. Estos resultados indican que es posible estimar la captura y la CPUE en el futuro inmediato, asumiendo que el patrón de reproducción no variará, empleando únicamente la tasa de explotación artesanal y el esfuerzo industrial.

Dado que el esfuerzo de la flota industrial y la tasa de explotación de la pesquería artesanal son variables de control, es posible analizar el comportamiento de la biomasa en el futuro bajo diferentes niveles de aprovechamiento, e incluso modificar el patrón mensual del esfuerzo de la pesca industrial (duración de la temporada de pesca) o la tasa de explotación para entonces manejar la pesquería bajo el mejor escenario.

En la *figura 20* (“recuperación y estabilización”) se analiza determinísticamente la proyección de la biomasa con el Escenario Base (tasa de explotación cero) con los dos modelos. En

comportamiento similar al de poblaciones integradas por generaciones discretas, que es precisamente como está estructurada la población de camarón azul, donde raramente se traslapan las generaciones.

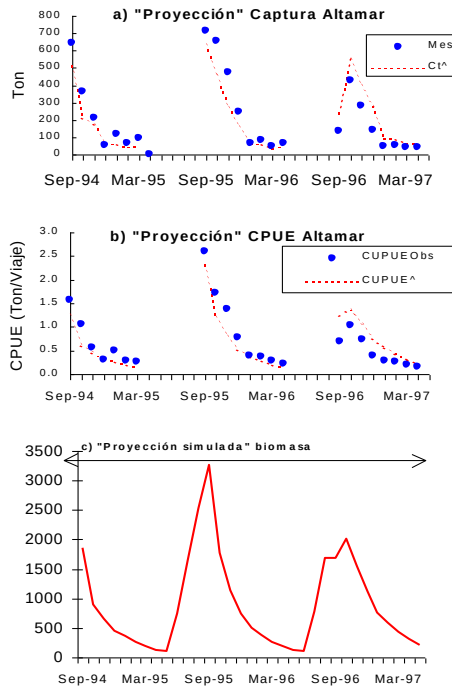


Fig. 19. Ejercicio de simulación de la “proyección simulada” (temporadas 1994-1995 a 1996-1997) para el camarón azul en la zona de Guaymas, Son. a) proyección de la captura, b) Proyección de la CPUE, c) Confrontación de la biomasa estimadas por el modelo de *Schaefer* y el EERR.

En lo que respecta a la proyección de *Schaefer* (línea punteada), la biomasa muestra el típico crecimiento logístico. De acuerdo con esta proyección, con una sola temporada de cero explotación la biomasa alcanzaría el nivel de máxima productividad y con tres alcanzaría el valor asintótico de B_0 (alrededor de 6,500 t).

Como resultado de la comparación se deduce lo siguiente: una vez que la proyección del modelo EERR alcanza el “equilibrio” sin pesca (a partir de sep-2002), la biomasa máxima de cada generación coincide con el valor de B_0 del modelo de *Schaefer*, en tanto que el valor mínimo (biomasa remanente) es ligeramente inferior a $B_0/2$.

el caso del EERR (línea continua), a partir de mayo de 1997 el incremento de la biomasa está dado por el crecimiento individual de los individuos y el reclutamiento, mientras que las pérdidas sólo se deben a la mortalidad natural. Es importante notar que la biomasa muestra un

Finalmente, para simular una población virgen en “equilibrio” y luego someterla a una estrategia óptima de aprovechamiento donde sólo se extrae la producción excedente, se realizó otro ejercicio de simulación. Este consistió en dejar crecer la población bajo una tasa de cero explotación hasta que alcanzara el nivel de B_0 y para que la relación entre stock progenitor y reclutas (progenie) alcanzara el equilibrio (no en la estructura de edades, porque las generaciones son discretas).

Una vez en equilibrio se calculó el esfuerzo de la flota industrial y U_{art} necesarios para obtener la tasa de aprovechamiento óptima ($r/2$) y se aplicó durante tres temporadas a partir de sep-2002. De acuerdo con

vechada de esta manera, la biomasa tiende a disminuir acercándose a $B_0/2$ pero nunca es inferior a este nivel, que es precisamente lo que se observa en la *figura 20* (“captura en equilibrio”).

Es importante observar que a partir de la tercera temporada de proyección sin pesca (sep-1999), la biomasa máxima de cada generación estimada por el modelo EERR es muy similar al valor de la curva de Schaefer y que una vez que la población es sometida a un aprovechamiento óptimo (sep-2002) aún se observa esta relación. Asimismo, es importante notar que a partir de mar-2003 el nivel de biomasa remanente requerido para mantener el reclutamiento al nivel de $B_0/2$ se estabiliza entre 600 y

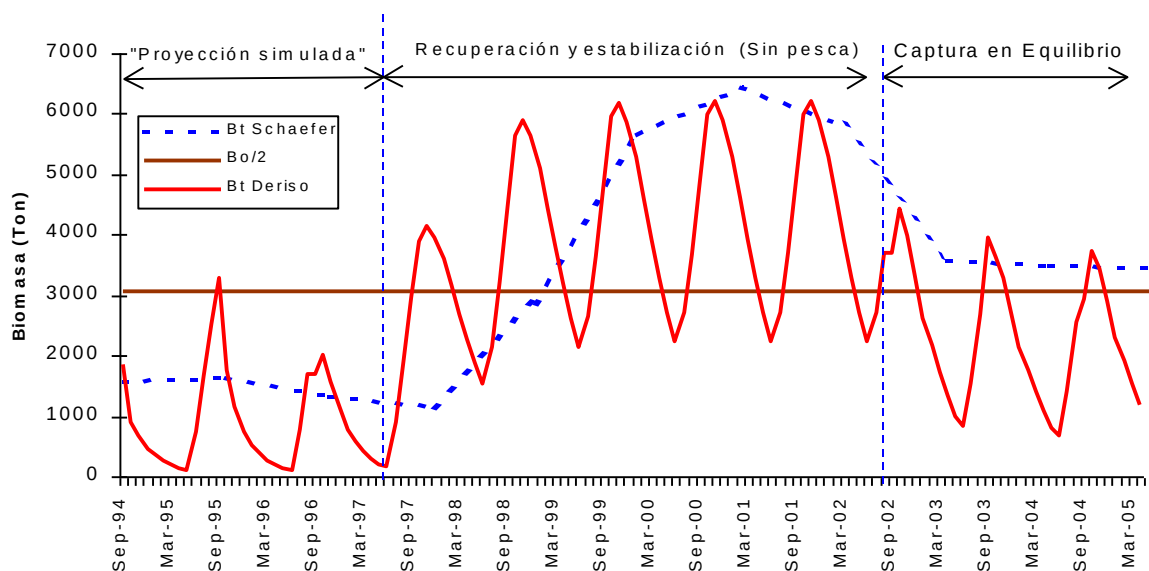


Fig. 20. Representación gráfica del ejercicio de la “proyección simulada”, crecimiento y estabilización, y captura en equilibrio para el camarón azul en la zona de Guaymas, Son.

los supuestos del modelo logístico, cuando una población virgen es apro-

700 t, que es mucho mayor a las 222

t que en promedio se han dejado en las últimas temporadas.



Se concluye que, al llevar la biomasa inicial de cada temporada a $Bo/2$ se asegura que la biomasa remanente en cada temporada sea del nivel requerido para asegurar un reclutamiento sostenido manteniendo la producción del sistema en su máximo nivel.

Aunque la aplicación del modelo de Schaefer a especies de ciclo de vida corto ha sido cuestionada (García y LeReste, 1986), con estas simulaciones se demuestra que para el nivel de análisis requerido (inferior, superior o alrededor de $Bo/2$), los resultados del modelo de Schaefer son equivalentes a los que se pudieran obtener si se utilizara un modelo estructurado por edades como el que se ha analizado en el camarón azul de la zona de Guaymas.

Análisis de los escenarios de simulación

A continuación se presenta el análisis de los cinco escenarios basados en el modelo de Schaefer. Como se demuestra en la *figura 21*, en el Escenario Base la biomasa crece hasta alcanzar el valor asintótico de $Bo/2$.

En la *figura 21* se observa que de continuar con el nivel de aprovechamiento actual (Escenario 1) la biomasa se mantiene dentro del nivel de

1997, mientras que al incrementar en 50% el esfuerzo de la flota industrial y la tasa de aprovechamiento de la pesca artesanal (Escenario 2), la biomasa disminuye, aunque sin riesgo de afectar el stock. Sin embargo, en los dos escenarios anteriores los niveles de productividad se encuentran por debajo del máximo, por lo que es claro que ninguno lograría llevar la biomasa a $Bo/2$.



Cualquier disminución en la tasa de aprovechamiento se traduce inmediatamente en un incremento en la biomasa (Escenarios 3, 4 y 5), por lo que estos son los que deberán ser considerados a mediano y largo plazo en la recuperación de las poblaciones de camarón.

La problemática asociada a la pesquería de camarón incluye muchos aspectos, por lo que para definir de manera específica una opción de recuperación deben considerarse aspectos de tipo socioeconómicos, especialmente en la pesca artesanal (Kapestky, 1982). Dadas las características de las poblaciones de camarón y su gran capacidad para soportar altos niveles de aprovechamiento, el problema de acceso al recurso es más bien de repartición, cuyo proceso debe fundamentarse en función de los objetivos de manejo, ya sea obtener el máximo rendimiento biológico, económico o social.

En el caso de la flota de altamar es importante tomar en cuenta que en la situación actual, por ningún motivo debe incrementarse el esfuerzo para evitar el riesgo de "sobrepesca económica" o sobrecapitalización de la actividad (García y LeReste, 1982). La sobrecapitalización conlleva a un grave riesgo de exceso de capacidad que se traduce en demasiados barcos, plantas procesadoras ociosas, costos de operación elevados y endeudamiento que propicia empresas ineficaces.

La pesquería de camarón incluye en su manejo aspectos biológicos, económicos y sociales, cuya prioridad debe definirse, especialmente en la pesca artesanal.

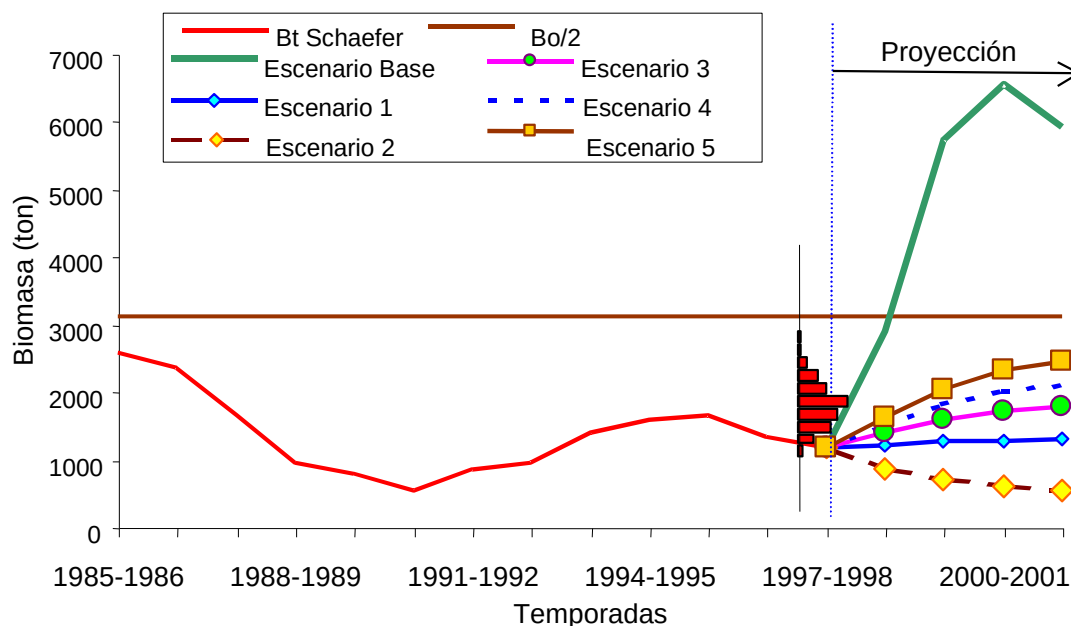


Fig. 21. Representación determinística de la proyección de la biomasa del camarón azul *P. stylirostris* en la zona de Guaymas, Son. con el modelo de Schaefer bajo diferentes niveles de tasa de explotación.

En el caso de la pesquería artesanal, tampoco es conveniente incrementar el esfuerzo, y como lo indican las simulaciones y análisis presentados en este trabajo, es necesario reducir las tasas de explotación en todas sus fases, si la estrategia de recuperación a mediano plazo es viable.



Dada la gran capacidad de recuperación de las poblaciones de camarón ejemplificadas de manera precisa en este trabajo con el caso del camarón azul de Guaymas; pero planteados también para los casos de camarón café y blanco en las demás regiones, es posible esta recuperación, y a corto plazo (2-3 temporadas) si las tasas de explotación en toda la pesquería son reducidas.



En general, y considerando todas las especies y los principales puertos de descarga, se puede concluir que la pesquería de camarón en el Pacífico mexicano se encuentra aprovechada al máximo y que no es posible incrementar el esfuerzo de pesca actual en ninguna de sus regiones y especies. Dado que algunos stocks se encuentran en un nivel de biomasa muy inferior al de máxima productividad, es necesario considerar medidas adicionales que reduzcan el esfuerzo de pesca, tales como vedas

regionales, control de tasas de explotación artesanal, y evaluación de la capacidad pesquera industrial, a fin de lograr una recuperación y mejores niveles de rendimiento económico.

*La pesquería de camarón en el Pacífico mexicano se encuentra aprovechada al máximo, por lo que **no** debe incrementarse el esfuerzo de pesca actual y es necesario aplicar medidas que reduzcan el esfuerzo de pesca.*

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Siendo la pesquería del camarón la más importante en México, ha sido también una de las más estudiadas. A ella se le asigna la mayor proporción de recursos humanos y financieros en el INP. El ciclo vida de la fase juvenil y adulta está casi cubierto en su totalidad. Los aspectos sobre crecimiento, fecundidad, ciclos de reproducción, migración y reclutamiento son actualizados periódicamente por el Instituto Nacional de la Pesca a través de los cruceros de investigación que se realizan a lo largo del Pacífico todos los años, tanto en sistemas lagunares como en la zona oceánica.

Durante la temporada de pesca se toman muestras de la captura desembarcada en los principales puertos, se estima la composición de especies, tallas y sexos en las captura y se

obtiene información sobre los índices de abundancia.

Sin embargo, a pesar de este enorme esfuerzo de investigación, existe también un enorme rezago sobre información de la actividad pesquera, especialmente en la pesquería artesanal.

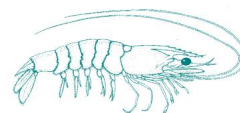
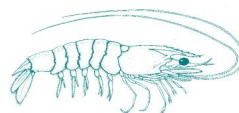
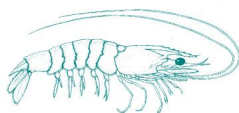
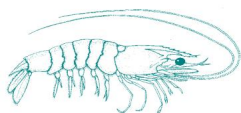
Las principales líneas de investigación que el INP plantea son las siguientes:

1. Recopilación de datos de esfuerzo efectivo de pesca en la pesquería artesanal: Se debe incluir en los registros oficiales la información sobre el esfuerzo efectivo de pesca en los sistemas lagunares. En algunas zonas se desconoce el número real de pescadores, equipos y artes de pesca. Pero el esfuerzo no se refiere al simple registro del número de pescadores, artes de pesca o embarcaciones, sino a la identificación de las unidades de pesca y al tiempo de operación de los artes de pesca.

En este tema existe una gran oportunidad de colaboración con los usuarios del recurso para esta-

blecer un programa de trabajo que permita recopilar información de esfuerzo, de manera similar al seguimiento que se le da a los avisos de arribo de las embarcaciones mayores. Esto implica el establecimiento de bitácoras y sistemas de control en cada categoría de unidad de pesca.

2. Recopilación de esfuerzo aplicado a cada especie en la zona marina. Si bien el registro de esfuerzo de la pesquería industrial es mejor que el de la pesquería artesanal, se refiere únicamente a "días fuera de puerto". No se conoce el tiempo efectivo (lances, horas), la zona de pesca ni cual es la proporción de esfuerzo, por lo que es de suma importancia obtener información confiable al respecto.



REFERENCIAS

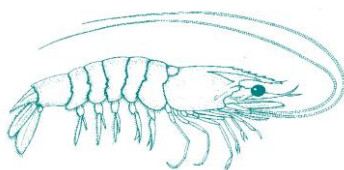
- Acal, D. E. y A. Arias. 1990. Evaluación de los recursos demerso-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas* 16 (3):93-129.
- Aguilar, D. y M. Grande-Vidal. 1996. Evaluación tecnológica de dispositivos excluidores de tortugas marinas, tipo rígido en Océano Pacífico Mexicano, durante el periodo febrero de 1992 a agosto de 1994. Programa Tecnología de Capturas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Amezcuca, L. F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camarónicas en la costa del Pacífico de México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. PUA, ICMYL, UNAM/ INP. México: 39-94.
- Blaber, S.J.M., D.T. Brewer, J.P. Salini & J. Kerr. 1990. Biomasses, catch rate and abundances of demersal fishes, particular predators of prawn in a tropical bay in the Gulf Carpentaria, Australia. *Mar. Biol.* 107: 397-408.
- Box, G. E. P. & G.C. Tiao. 1973. *Bayesian inference in statistical analysis*. Wiley Classics. New York.
- Caddy, J. F. 1986. Modeling stock recruitment processes in crustacea: some practical and theoretical perspectives. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 13: 2330-2344.
- Carling, B. P. y T. A. Louis. 1997. *Bayes and empirical Bayes methods for data analysis*. Chapman & Hall, New York.
- Charles, A. T. & W. J. Reed. 1985. A bioeconomic analysis of sequential fisheries: competition, coexistence, and optimal harvest allocation between inshore and offshore fleets. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 952-962.
- Chapa, H. 1976. La fauna acompañante del camarón como un índice de monopesca. Mem. Simposio sobre biología y dinámica poblacional del camarón. Guaymas, Sonora 8-13 de agosto de 1976: 174-186.
- Deriso, R. B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for an age-structured model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 268-286.
- Díaz-de-León C., A. J. 1993. Exploitation and management of the Sinaloa shrimp fishery, México. Thesis Ph.D. Renewable Resources Group Center for Environmental Technology

- Imperial College of Science, Technology and Medicine. 319.
- Die, D. J. & R. A. Watson. 1993. A per recruit model simulation for evaluating spatial closures in an Australian penaeid fisheries. *Aquatic Living Resources* 5:145-153.
- Garcia, S. y S. LeReste. 1982. Ciclos vitales, dinámica, aprovechamiento y ordenación de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca 203: 1-180.
- Gilchrist, W. 1984. Statistical modelling. John Wiley & Sons. New York.
- Gelman, A., J. B. Carlin, D. B. Rubin. 1995. Bayesian data analysis. Chapman & Hall, New York.
- Grande-Vidal, J. M. 1983. Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de arrastre de fondo en el Golfo de California, 1978-1980. *Ciencia Pesquera* 4: 97-125.
- Grande-Vidal, J. M. 1988. Situación actual y perspectivas de la utilización del Turtle Excluder Device (TED) en México. Programa Tecnología de Capturas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Grantham, G. J. 1980. The prospects for by-catch utilization in the Gulf area. Regional Survey and Development Project FI:DP/RAB/71/278/14. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Gulland, J. A. 1973. Can a study of stock and recruitment aid management decisions?. *Rap. P.V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer* 164: 368-372.
- Gunter, G. 1966. Principles of shrimp fishery management. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 18: 99-106.
- Hendrickx, M. E. 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. *En: A. Yáñez-Arancibia (ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón.* PUA, ICMYL, UNAM/ INP. México: 95-148.
- Hernández-Carballo, E. A. 1988. Camarón del Pacífico. Programa de Actividades y Vinculación Interinstitucional *En: Instituto Nacional de la Pesca (ed.) Los recursos pesqueros del país. XXV Aniversario.* SEPESCA, México: 303.-312.
- Hilborn, R. & C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall. New York.

- Hilborn, R. y Mangel, M. 1997. The ecological Detective: Confronting Models with Data. Princeton University Press, Princeton.
- Kapestky, J. M. 1982. Consideraciones para la ordenación de las pesquerías de las lagunas y esteros costeros. FAO. Doc. Téc. Pesca 218: 1-49.
- Lluch Belda, D. 1974. La pesquería de camarón en altamar en el noroeste: un análisis biológico-pesquero. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- 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.
- Maharaj, V. & C. Recksiek. 1991. The by-catch from the artisanal shrimp trawl fishery, Gulf of Paria, Trinidad. Mar. Fish. Rev. 53: 9-15.
- Pauly, D. & R. Neal. 1985. Shrimp vs fish in Southeast Asian Fisheries: The biological, technological and social problems. *In*: A. Yáñez-Arancibia (ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. PUA, ICMYL, UNAM/ INP. México: 487-507.
- Pérez-Mellado, J. & L. T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. *En*: A. Yáñez-Arancibia (ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. PUA, ICMYL, UNAM/ INP. México: 201-254.
- Polanco, J. E., R. Mimbela S. y L. Beléndez M. 1987. Pesquerías mexicanas: estrategias para su administración. Secretaría de Pesca, México.
- Reyna, C. I. 1979. Consideraciones acerca de la ictiofauna capturada con el camarón en las costas de Oaxaca y Chiapas. Mem. Primera Reun. Nal. Para el Aprov. Da la Fauna de Acompañamiento del Camarón. Guaymas, Sonora Del 29 al 30 de Mayo: 141-154.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191: 1-382.

- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1996. Análisis de la pesquería paralela artesanal-industrial de camarón en el Estado de Sonora: INP-SEMARNAP. CRIP Guaymas. Doc. Tec. Interno.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. y F.J Rosales-Juárez. 1976. El camarón del noroeste de México Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Rosales J., F. 1976. Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en alta mar, frente a la costa de Sinaloa, México. *En*: INP (ed.) Mem. Reunión sobre los recursos de la pesca costera de México. Veracruz, 23-25 noviembre de 1976: 25-80.
- Rosenberg, A. A & S. Brault. 1993. Choosing a management strategy for stock rebuilding when control is uncertain. *In*: Smith, J.J. Hunt and D. Rivard [eds.] Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120: 243-249.
- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1:27-56.
- Schnute, J. 1987. Data uncertainty, model ambiguity, and model identification. Nat. Res. Mod. 2 (2): 159-212.
- Schnute, J. T. 1991. The importance of noise in fish population models. Fish. Res. 11: 197-223.
- SEMARNAP. 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. SEMARNAP, México.
- Sissenwine, M. P. & J. G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 913-918.
- Smith, S. J. & S. Gavaris. 1993. Evaluation the accuracy of projected catch estimates from sequential population analysis and trawl survel abundance estimates. *In*: Smith, J.J. Hunt and D. Rivard [eds.] Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120: 163-172.
- Starfield, A. M & A. L. Bleloch. 1991. Building models for conservation and wildlife management. Burgess International Group, Boulder.

- Tang, Q. 1985. Modification of the Ricker stock recruitment model to account for environmentally induced variation in recruitment with particular reference to the blue crab fishery in Chesapeake Bay. *Fish. Res.* 3: 13-21.
- Van Der Heiden, A. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. *En*: A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. PUA, ICMYL, UNAM/ INP. México: 149-200.
- Watson, R. A., M. L. C. Dredge & D. G. Mayer. 1990. Spatial and seasonal variation in demersal trawl fauna associated with a prawn trawl fishery on the Central Great Barrier Reef, Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41: 97-110.



amarilla
amarilla

aleta azul
azul
azul

aleta

Atún

barrilete
barrilete

patudo

azul

atún aleta
atún aleta
amarilla
amarilla

patudo

azul

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE ATÚN DEL OCÉANO PACÍFICO

ESPECIES: Atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*).

- México pesca el 40% del volumen total capturado en el Pacífico oriental tropical.
- La pesca con cerco se realiza en tres modalidades: sobre cardúmenes asociados a delfines, a objetos flotantes y de cardúmenes libres.
- Todos los viajes de pesca llevan observadores a bordo.
- Después de 7 años de embargo, se espera que México se reincorpore al mercado estadounidense.
- 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 LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 140,071 toneladas (MÁXIMO HISTÓRICO)
- Captura 1998: Probable disminución de las capturas.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Favorece el reclutamiento e incrementa el hábitat por la profundización de la termoclina, reduciendo la vulnerabilidad de captura.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Análisis de cohortes (VPA) y de biomasa en equilibrio.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Con potencial de desarrollo.

MEDIDAS DE MANEJO

- Cuota máxima de mortalidad incidental de delfines, control del esfuerzo pesquero, talla mínima (NOM-001-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Proteger a los delfines asociados a los cardúmenes.

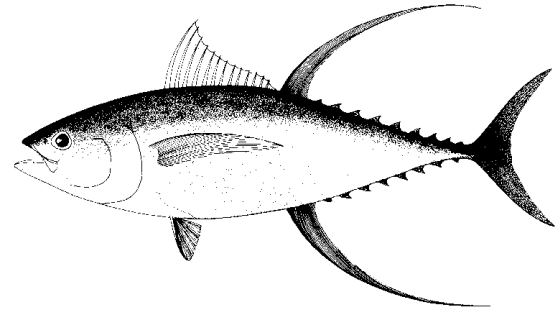
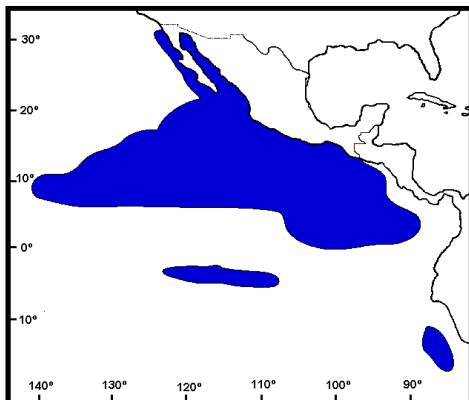
ATÚN DEL OCÉANO PACÍFICO

Thunnus albacares

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La flota atunera de México es la más importante del océano Pacífico Tropical Oriental, región que aporta aproximadamente el 30% de la captura total de atún en el mundo. La pesquería mexicana del atún en esta región se lleva a cabo en toda la Zona Económica Exclusiva de nuestro país e incluso en aguas internacionales; ésta contribuye con el 40% de la producción en el Pacífico Oriental.



El atún es la segunda pesquería en volumen, después de la sardina y la segunda en valor, después del camarón. De los 11 estados costeros del Pacífico mexicano, Sinaloa y Baja California capturan anualmente el 77% del atún de la región (SEMARNAP, 1997).

La mayor parte de las especies de atún en el océano Pacífico y en todo el mundo son migratorias y pasan de aguas tropicales a templadas y de una jurisdicción a otra; Hunter *et al.* (1986) explican este fenómeno de manera más detallada.



Las principales especies que se capturan en la Zona Económica Exclusiva de México son, según Muhlia

(1994): atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), bonito (*Sarda chilensis*) y atún aleta azul (*T. thynnus*). Hay otras, aunque de menor importancia comercial: el albacora (*T. alalunga*), el patudo (*T. obesus*) y las melvas (*Auxis* spp.).

La captura de atún del Océano Pacífico Oriental, constituye el 30% de la captura total de túnidos a nivel mundial; México aporta el 40% del total de la zona.

El atún aleta amarilla (*T. albacares*) constituye alrededor del 90% de la captura anual de la flota mexicana, el barrilete (*K. pelamis*) el 6% y las otras especies completan el resto. El aleta amarilla forma grandes cardúmenes que se asocian a grupos de delfines en altamar y, al efectuar lances con redes de cerco, algunos delfines quedan atrapados. Sin embargo la tecnología instalada en estos artes de pesca ha permitido la reducción de la captura incidental de los delfines.



La captura está compuesta principalmente por el atún de aleta amarilla (90%), el barrilete (6%) y otras especies (4%) como el bonito, el patudo, el albacora y las melvas

La pesquería de atún en el océano Pacífico mexicano 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 (Fig. 2) 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 ha sido sostenido desde 1989 y para 1997 se obtuvo el máximo para todos los atunes y similares en el océano Pacífico mexicano con 140,071 toneladas (cifras preliminares de la SEMARNAP).

No obstante, 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, 1989). El embargo fue levantado en 1986 porque México accedió a limitar sus exportaciones de atún hacia ese país. El segundo embargo fue impuesto en 1990 porque se consideró que Méxi-

co, junto con otras naciones, tenía una tasa de captura incidental mayor a la de la flota estadounidense, de acuerdo con lo estipulado en el Acta de Protección a los Mamíferos Marinos. Aguilar (1995) considera que el embargo obedecía a una política de sustitución de importaciones para productos pesqueros que se había propuesto desde finales de los años ochenta y que de esa manera, sería protegida la industria enlatadora de salmón, el cual es un bien substitutivo del atún en lata. A pesar de que el panel del Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) dio su fallo en favor de México, éste decidió no continuar la demanda para evitar problemas durante las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (McLaughlin, 1994). Finalmente el embargo atunero fue levantado por el Congreso de Estados Unidos el 30 de julio de 1997.

BIOLOGÍA

La familia Scombridae agrupa 49 especies, en su mayoría individuos epipelágicos marinos. La tribu de los atunes propiamente dichos, incluye a cuatro géneros con una característica única entre los peces teleósteos. Posee un sistema de contracorriente de intercambio de calor para retener el calor metabólico que hace que el pez tenga una temperatura más alta que el agua circundante.



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

El atún posee un sistema de contracorriente de intercambio de calor que le permite tener una temperatura corporal más alta que el agua circundante

El atún aleta amarilla se distribuye en aguas tropicales y subtropicales entre los paralelos 40^o norte y 40^o 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 máxima de 200 cm, siendo más común 150 cm. Tallas mayores de 85 cm frecuentemente se asocian con delfines y tallas inferiores se asocian con objetos flotantes o se encuentran en cardúmenes libres en superficie.



El atún de aleta amarilla se distribuye a lo largo del Pacífico, parte sur y media del Golfo de California e Islas Revillagigedo. Alcanza una longitud furcal promedio de 150 cm y un peso promedio de 60 Kg, aunque se han registrado organismos de 200 cm y 200 Kg.

El peso máximo es de 200 kg y el promedio de 60 kg. Se encuentra en un rango de temperaturas de 18 °C y 31 °C; su distribución vertical parece estar afectada por la estructura termal de la columna de agua, generalmente por arriba de la termoclina.

Esta especie se reproduce todo el año con un pico de reproducción en el verano (Cole, 1980). 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.

- Que, al asociarse atunes y delfines de tallas similares, la probabilidad de ataque por depredadores, como los tiburones y las orcas, disminuye.

- Que para los delfines, el atún serviría como un falso fondo protector en aguas profundas, lo que daría seguridad a la manada, sobretodo al delfín tornillo (*Stenella longirostris*), el cual se alimenta durante la noche y de día prefiere las aguas poco profundas.

Las causas de la asociación atún-delfín no son conocidas 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.

CAPTURA Y ESFUERZO

τ 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 pesca de atún se realiza mediante red de cerco de aproximadamente 1,200 m de longitud y una caída de 200 m. La flota mexicana, que consta de unas 80 embarcaciones, pesca durante todo el año.

realizar el cerco en forma circular dentro del cual se atrapa el cardumen, se cierra la red por debajo y

Tabla 1. Número de barcos por tipo que componen la flota atunera mexicana en el océano Pacífico (fuente: SEMARNAP, 1997).

Tipo de embarcación	atunero cerquero prototipo	atunero varero prototipo	sardinero cerquero modificado	escamero palangrero modificado	palangrero	total
estado						
Baja California	43	14	9			66
Baja California Sur	1		3			4
Sonora				1		1
Sinaloa	9					9
Colima					1	1
total	53	14	12	1	1	81

La flota atunera mexicana está compuesta de cinco tipos de embarcaciones: el atunero cerquero prototipo, el atunero varero prototipo, el sardinero cerquero modificado, el escamero palangrero modificado y el palangrero. La *tabla 1* muestra el número que hay de cada tipo y la *tabla 2* su capacidad de carga por entidad en el Pacífico mexicano.

El principal arte de pesca para capturar atún aleta amarilla es la red de cerco, que es una gran red de aproximadamente 1,200 m de longitud y caída de 200 m de profundidad. Al

posteriormente son recogidos y puestos en las bodegas del barco mantenidos a temperaturas de -40°C .



El fenómeno de “El Niño-Oscilación del Sur” (ENOS), influye en la abundancia del atún, ya que este recurso es sensible a los cambios climáticos

Tabla 2. Número de barcos atuneros por capacidad de carga en el océano Pacífico mexicano (fuente: SEMARNAP, 1997).

estado	capacidad de carga Tm					no conocido	total
	0-20	20-100	100-400	400-750	+750		
Baja California		7	17	17	24	1	66
Baja California Sur			3		1		4
Sonora			1				1
Sinaloa		2	1	2	4		9
Colima			1				1
total		9	23	19	29	1	81

τ Tendencias históricas

Durante el periodo 1984-1995 las capturas de aleta amarilla por la flota internacional experimentaron un rápido crecimiento, alcanzando en 1989 un máximo de 289,375 t y descendiendo a 218,387 t en 1994, con un promedio en este periodo de 242,178 t. Para 1996 fue de aproximadamente 249,317 t (CIAT, 1996).

La flota mexicana también presenta esta tendencia ascendente en las capturas de atunes (Fig. 1). Para 1997 todas las especies capturadas en el Pacífico mexicano comprendieron el máximo histórico de 140,071 toneladas. Con lo que respecta al atún aleta amarilla, que conforma la mayor parte de esa producción, se observó un máximo de 130,107 t en 1989 y descenso a 93,151 t en 1993, con un promedio de 105,460 t. Para 1997 la captura fue de 102,835 t hasta octubre (CIAT, 1997).

Las primeras incursiones de México en la pesca del atún se remontan a los años treinta, cuando la captura comercial se realizaba en zonas costeras y cerca de las islas. Los barcos eran pequeños y capturaban el atún con vara, que es una línea de mano con anzuelo que atrae al atún con carnada viva. Esta pesca predominó hasta 1960. Con la invención de la pasteca hidráulica, el desarrollo de las fibras sintéticas y el mejoramiento de los sistemas de refrigeración, de manera simultánea se propició la sustitución y conversión de estos barcos por embarcaciones de cerco que aumentaron en número por su alta eficiencia.



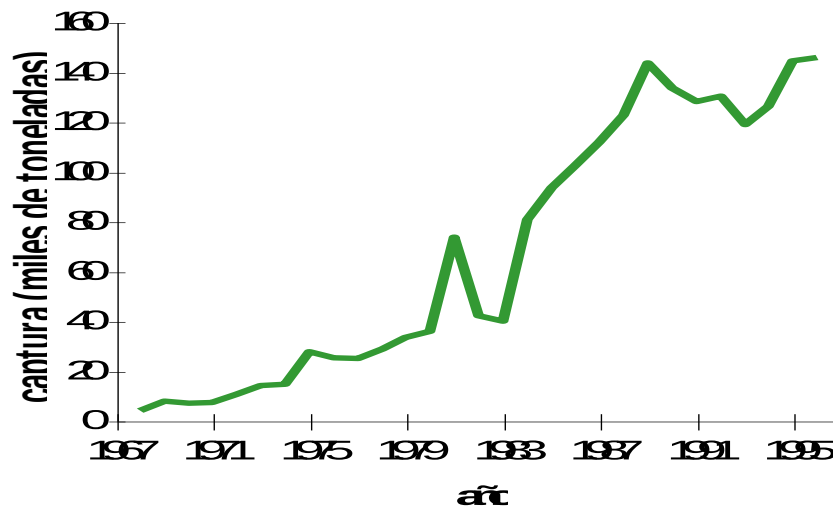


Fig. 1. Tendencia histórica de la captura de atún (varias especies) por la flota atunera mexicana en el Océano Pacífico Oriental (Polanco et al., 1987; SEMARNAP, 1997)

En 1940 sólo había cuatro barcos atuneros en México, para 1965 tenía siete y en 1970 eran 11. 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.

Hacia el final de la década de los años setenta esta flota era ya considerada como un ejemplo de éxito económico y de creciente importancia política (Petterson, 1980). La *figura 2* muestra el número de barcos atuneros en el país a lo largo de veinte años.

En el periodo 1984-1995, la flota internacional registró una captura promedio de atún aleta amarilla de 242,178 toneladas; mientras que la flota atunera mexicana reportó un promedio de 105,460 t. Para 1996, se capturaron más de 123 mil toneladas.

Algunas embarcaciones eran propiedad del estado, otras de cooperativas y de capital privado.



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 casi 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).

La pesca de atún en el tipo de cardumen asociado con delfines se considera altamente selectiva por capturar únicamente atunes de aleta amarilla de tallas grandes que, al menos

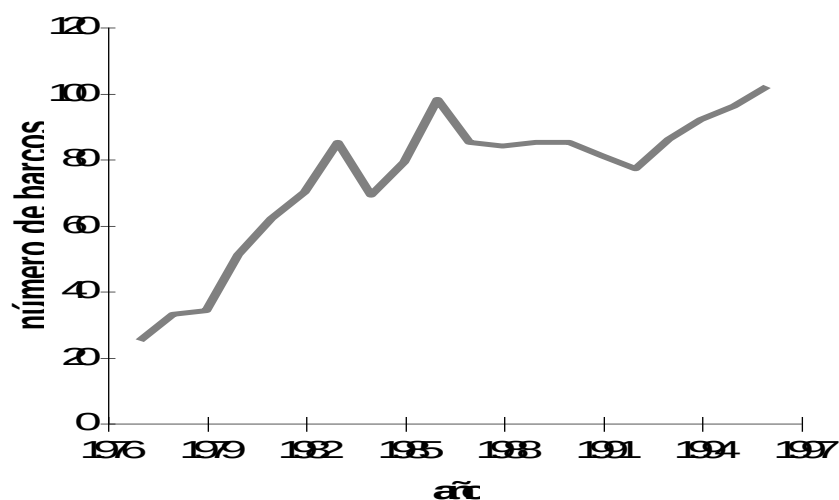


Fig. 2. Tendencia histórica del número de barcos atuneros en México (SEMARNAP, 1997).



τ Pesca incidental

Existen tres tipos de cardumen de atunes: asociados con delfines, asociados a objetos flotantes y cardúmenes libres.

De estos tres tipos, México realiza el mayor número de lances de pesca sobre cardúmenes asociados con delfines (Tabla 3).

una vez en su ciclo de vida ya se han reproducido, factor importante en la sustentabilidad del recurso, además de tener un mayor valor en el mercado de exportación.

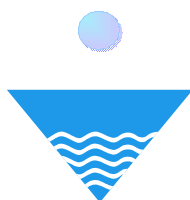
Estudios sobre evaluación de stocks de delfines en la zona del océano Pacífico tropical oriental, en particular a los involucrados con la pesca del atún, demuestran que las poblaciones de delfines se encuentran estables, sin presentar ningún indicio de declinación a causa de la mortalidad incidental ejercida por la flota atunera internacional, ya que de los delfines que caen en redes de cerco, el

Tabla 3. Mortalidad incidental de especies en número de ejemplares en 10,000 lances de pesca (promedio anual de esfuerzo pesquero) de atún con red de cerco en los diferentes tipos de cardumen en el océano Pacífico tropical oriental (Fuente: CIAT)

ESPECIES	LANCES ASOCIADOS CON CARDÚMENES LIBRES	LANCES ASOCIADOS CON OBJETOS FLOTANTES	LANCES ASOCIADOS CON DELFINES
Delfines	8	25	5,000
Atunes juveniles	2,430,000	130,080,000	70,000
Pez Dorado	2,100	513,870	100
Tiburones	12,200	139,580	-----
Peto	530	118,660	-----
Salmón dorado	270	30,050	-----
Otros peces chicos	1,010	12,680	3
Picudos	1,440	6,540	520
Jurel	-----	2,980	-----
Otros peces grandes	-----	200	30
Tortugas marinas	580	1,020	100
Corvinas	-----	50	-----

99.93% de éstos es liberado (PNAAPD y CIAT, 1996).

La pesca de atunes asociados con objetos flotantes captura un elevado número de atunes juveniles (90%) y tiene un menor valor comercial. Por esta razón los juveniles, junto con tiburones, picudos, dorados, petos, jureles e incluso tortugas marinas son descartados, lo que ocasiona un impacto al ecosistema y no es sustentable.



En el caso de pesca de atún sobre cardúmenes libres, no se presenta el problema de captura de otras especies, pero sí de ejemplares juveniles sexualmente inmaduros, y de menor precio, que se traduce de igual manera en el desecho de los mismos (Tabla 4).

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 induciría un daño a la población de atún de aleta amarilla y al ecosistema en su conjunto, además del correspondiente perjuicio económico.

Tabla 4. Estimaciones de desechos de aleta amarilla por tipo de lance (Fuente CIAT).

	1993			1994		
	LANCES SOBRE DELFINES	LANCES SOBRE CARDÚMENE S LIBRES	LANCES SOBRE OBJETOS FLOTANTES	LANCES SOBRE DELFINES	LANCES SOBRE CARDÚMENE S LIBRES	LANCES SOBRE OBJETOS FLOTANTES
captura por lance	17.28	13.47	9.66	18.59	11.26	8.81
descarte por lance	0.07	0.33	1.79	0.13	0.13	1.48
porcentaje	0.4	2.4	18.5	0.7	1.2	16.8

En la pesca de atún en el cardumen asociado a objetos flotantes se captura un elevado número de organismos juveniles, así como gran cantidad de otras especies



En el caso de la pesca con palangre en el Océano Pacífico, el atún es capturado de manera incidental, ya que la composición de especies es: 50% tiburones, 45% picudos y 5% de otras especies incluyendo el atún.

Además, se tienen problemas con la normatividad actual de exclusividad de especies reservadas a la pesca deportiva como es el caso de los picudos, los cuales son capturados en las actividades de pesca con gran frecuencia y generan conflictos con los prestadores de servicios, deteniendo el desarrollo de esta pesca.

τ Interacción con otras pesquerías

Se ha tratado de reiniciar la pesquería con barcos vareros con líneas de mano, siendo su gran limitante la dependencia de la carnada viva y la poca autonomía en la navegación.



Actualmente se llevan a cabo cruceiros de pesca de fomento con la finalidad de sustentar la posibilidad de aprovechamiento de estas especies fuera de 100 millas de la costa, de lo contrario estas especies son capturadas por otras flotas extranjeras fuera de las 200 millas de ZEE.

La interacción entre la flota industrial, que busca atún aleta amarilla y la ribereña, que pesca bonitos, barriletes y melvas, genera conflictos. Para evitar incidentes se ha establecido que la flota atunera permanezca efectuando sus operaciones de pesca más allá de las 5 millas de la costa y además se trabaja en un proyecto que involucra el uso de balsas que atraen especies de atún para uso de los pescadores ribereños.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

La industria atunera es una de las más importantes de la actividad pesquera nacional. Alcanzó en 1996 el 9.9% 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, 1997).

En 1996, la pesquería del atún ocupó el segundo lugar en volumen y en valor a nivel nacional (el primer lugar lo ocupan la sardina y el camarón, respectivamente)

Esta pesquería cuenta con una infraestructura de 20 plantas enlatado-

ras en el Pacífico que permite procesar alrededor de 200 t/hora.



Los principales puertos donde se encuentra instalada la industria son: Ensenada, B.C., Mazatlán, Sin., La Paz, B.C.S. y Manzanillo, Col. procesándose en Mazatlán el 48% de la producción en 1996. La industria enlatadora registró en 1994 una producción de 118,081 t de materia prima procesada; en 1995 y 1996 se registró una disminución en la producción de 97,800 y 86,890 t respectivamente, a consecuencia del incremento en el número de lances sobre cardúmenes libres y objetos flotantes, para poder exportar el producto.

En 1994 la industria enlatadora de atún registró 118,081 t de materia prima procesada. En 1996 el incremento de lances sobre cardúmenes libres y objetos flotantes, repercutió en la producción industrializada, registrándose sólo 86,890 t (hay que recordar que la captura en ese tipo de cardúmenes no tienen un alto valor comercial por el tamaño, además de que se capturan otras especies de manera incidental)

τ Indicadores

El consumo interno se incrementó como consecuencia de la implementación del embargo atunero por parte de Estados Unidos a partir de 1990, alcanzando una cifra récord en 1994 de 124,000 t, para disminuir en 1995 a 93,200 t de atún. El consumo *per capita* de atún fue de 1.41 kg para 1997 (SEMARNAP, 1998).

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, garantizando proteína barata al consumidor. En los dos últimos años (1995 y 1996) se volvieron a incrementar las exportaciones en 58,008 y 30,000 t respectivamente,

como consecuencia de exportaciones de atún capturado libre de delfines (SEMARNAP, 1997).



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 (Fig. 3).

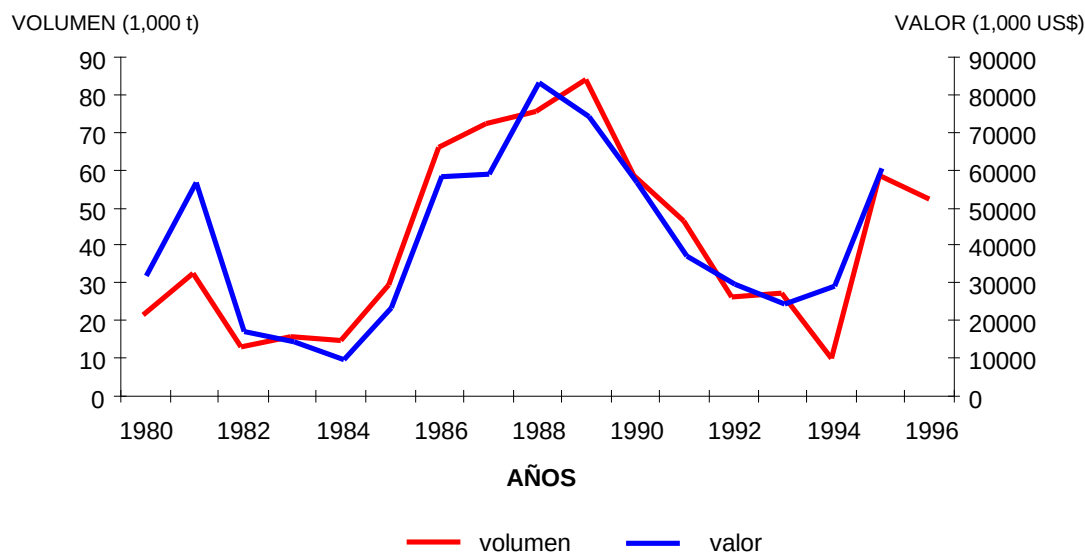


Fig. 3. Volumen y valor de las exportaciones de atún



Con el establecimiento del segundo embargo en 1990, se redujeron en el periodo de 1992-1994 a exportaciones inferiores a 30 millones de dólares, siendo hasta 1995 cuando vuelven a incrementarse alcanzando un valor de 59,032 millones de dólares.



Esta pesquería sostiene alrededor de 27,000 empleos directos e indirectos actualmente. Como consecuencia de los embargos, se estima una pérdida de más de 30,000 en los últimos años (CANAINPES, com. pers.)

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

México, a través de una iniciativa en 1975, generó el interés internacional por el estudio y evaluación del fenómeno de asociación entre delfines y atunes, programa que posteriormente, con el apoyo de México, implementó la Comisión Interamericana del Atún Tropical.



Las primeras reglamentaciones mexicanas para la protección del delfín en la pesca de atún con red de cerco se establecieron en 1977. A partir de entonces, se especificó que a las redes de cerco de la flota atunera nacional deben integrar un dispositivo o paño protector para evitar la mortalidad de los delfines. La obligatoriedad de realizar la maniobra de retroceso para facilitar la salida de estos mamíferos marinos, además del uso de lanchas rápidas para ayudar en la liberación y rescate de delfines capturados incidentalmente.

En junio de 1987 se retoma y precisa lo establecido en 1977 y se hace obligatoria la participación de los productores en el Programa de Observadores Científicos a bordo de las embarcaciones atuneras.

Desde 1977, México inició las reglamentaciones para la protección al delfín durante las operaciones de pesca del atún. Se hizo obligatoria la instalación de un dispositivo para evitar la mortalidad de delfines y asimismo, se determinó que es obligatorio ejecutar la maniobra de retroceso, para facilitar la salida de éstos así como el apoyo de lanchas rápidas con personal que libere a los delfines capturados de manera incidental

En junio de 1990 se prohíbe la ejecución de lances nocturnos y el uso de explosivos.



El 20 de mayo de 1991 se establece 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, anuncia 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.

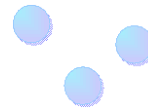
En diciembre de 1993 se publicó la **Norma Oficial Mexicana NOM-PESC-001**, la cual actualiza y retoma todos los acuerdos oficiales anteriores, con la finalidad de fijar la normatividad de esta pesquería en función de la protección de los delfines asociados. En esta misma Norma se establece una tasa semestral de mortalidad incidental de delfines de acuerdo con los resultados obtenidos por la flota.

México firmó el Acuerdo de La Jolla, en el cual cada año se establece una cuota de límite mortalidad incidental de delfines (LMD) para cada barco que opera en la zona de pesca del océano Pacífico tropical oriental. Estas embarcaciones están sujetas a sanciones si no cumplen con las

especificaciones implementadas en dicho acuerdo multilateral.

En septiembre de 1991, se pone en marcha el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín. A la fecha, el 100% de los atuneros mexicanos llevan observadores entrenados a bordo.

Desde 1994 hasta el segundo semestre de 1998, la tasa de mortalidad incidental establecida ha sido de 1.5 delfines por lance. Esta no ha variado, aún cuando la tasa de mortalidad obtenida por la flota mexicana es inferior (menor de uno). Este valor es el mínimo rentable para la operación de la flota atunera sin ser sancionada por el incumplimiento de la NOM y del Acuerdo de La Jolla.



Durante 1997 la flota atunera mexicana obtuvo una tasa preliminar de mortalidad incidental de delfines de 0.36 por lance, muy por debajo de la tasa establecida (PNAAPD, 1998).

La NOM-PESC-001 establece una tasa de mortalidad incidental de delfines por semestre. Por otro lado, en el Acuerdo de La Jolla se establece la

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

En 1996 al no incluirse la votación para el levantamiento del embargo atunero en el Congreso de Estados Unidos, México decidió retirar su participación activa dentro del Acuerdo de La Jolla, más no así de los compromisos adquiridos con respecto a la conservación de delfines y el de continuar con el Programa de Observadores a Bordo de las embarcaciones mexicanas.



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

ANÁLISIS CUANTITATIVO

La CIAT realiza anualmente la evaluación del recurso atún en el océano Pacífico tropical oriental para determinar el Rendimiento Promedio Máximo Sostenible (RPMS) que es el volumen disponible de aprovechamiento por la flota internacional que opera en esta zona.

México captura alrededor del 40% de la producción de atún en esta área, además de producir gran parte de la información a través del programa de observadores de la flota atunera con una cobertura del 100% de todos los viajes de pesca.

τ Información disponible

Esta pesquería es de las más estudiadas y cuenta con información colectada directamente por los observadores. Los trabajos de Cole (1980) y de Wild (1994) son unas fuentes útiles de información.

τ Modelo

La CIAT es el organismo regional encargado de efectuar las evaluaciones de los stocks de atunes. Para esto utiliza principalmente modelos estructurados por edades (análisis de cohortes y de rendimiento por recluta) y de biomasa en equilibrio.

Para calcular índices de abundancia, se emplea el método de captura por día de pesca y el método de tiempo en pesca.

Los **modelos estructurados por edades** utilizan datos sobre el reclutamiento y tasas medias de crecimiento y mortalidad de peces individuales. Se obtienen estimaciones a partir de datos de frecuencia de longitud y de las lecturas de anillos en los otolitos, complementados con datos de captura-recaptura. La CIAT utiliza dos tipos de modelos estructurados por edades, el análisis de cohortes (también conocido como VPA) y el de rendimiento por recluta.



Se usa *análisis de cohortes* para calcular el número de peces en cada cohorte en el momento del reclutamiento y en varios intervalos subsiguientes, y también del número capturado y muerto durante cada intervalo.

La información requiere número y peso promedio de los peces de cada cohorte en la captura, una estimación de la tasa de mortalidad natural y una estimación de la tasa de mortalidad por pesca correspondiente a por lo menos uno de los intervalos de captura de cada cohorte.

Todas estas estimaciones se obtienen de los análisis de las estadísticas de captura, y de los datos de la frecuencia de longitud, peso-longitud, y

proporción de sexos. La fórmula fundamental del modelo es:

$$N_t = (N_{t+1} e^{M/2} + C_t) e^{M/2}$$

donde:

N_{t+1} = número de organismos en el tiempo $t+1$

M = mortalidad natural

C_t = captura obtenida en el tiempo t

Para atún de aleta amarilla se usa un coeficiente anual de mortalidad natural (M) de 0.8 para machos de cualquier edad. Para las hembras se supone que M es 0.8 en los primeros 30 meses en la pesquería, y que subsecuentemente aumenta de forma lineal hasta llegar a 4.8 a los 80 meses.



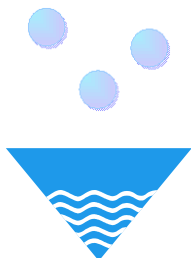
Además de los análisis de cohortes, se usa también el *modelo de rendimiento por recluta (RPR)*. Cuando los peces de una cohorte son jóvenes, el peso total aumenta debido al aumento rápido en peso de los peces individuales, mientras que las pérdidas por mortalidad natural son mínimas. A medida que envejecen los peces, se reduce su tasa de crecimiento, mientras que la mortalidad natural permanece más o menos igual o aumenta, y en consecuencia la disminución del peso total ocasionada por la mortalidad natural en ese periodo es superior al incremento y el peso total sufre una pérdida neta.



Lo mejor es capturar a los peces cuando alcancen la edad o tamaño al cual la pérdida en el peso total ocasionada por la mortalidad natural compensa exactamente la ganancia debida al crecimiento (“edad crítica” o “tamaño crítico”). Este modelo sugiere que la pesca debería comenzar por aquellos peces que todavía no han alcanzado el tamaño crítico.

En el caso del aleta amarilla del océano Pacífico tropical oriental, se estima el tamaño crítico en aproximadamente 116 cm (32 kg).

Es posible que no se pueda controlar el tamaño de ingreso; en tal caso, la única manera de administrar la pesquería es mediante el control de la captura o del esfuerzo. Si el tamaño de reclutas es superior al tamaño crítico, se puede permitir una captura o un esfuerzo ilimitado, pero si es inferior, limitar la captura o el esfuerzo podría aumentar el rendimiento.



Es necesario permitir que se reproduzcan por lo menos una vez antes de ser capturados.

El objetivo de la administración es conocer el rendimiento promedio máximo sostenible (RPMS). Los resultados del modelo de RPR lograrán rendimientos que se aproximarán al RPMS, siempre que el reclutamiento sea independiente del número de reproductores. El rendimiento total es el producto de las estimaciones del RPR y el reclutamiento.

A partir de los análisis de cohortes, se estableció que el RPR anual medio fue 2.7 kg (6.0 libras) en el periodo de 1967-1996. El cambio de orientación del esfuerzo de pesca de peces pequeños a peces grandes provocaría un aumento de los RPR y de las capturas (CIAT, 1996).

En la relación reproductor-recluta es necesario que algunos miembros de una cohorte se reproduzcan por lo menos una vez antes de ser capturados. 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 reduce al grado de repercutir negativamente en el reclutamiento de años subsiguientes. En consecuencia, el RPR máximo no producirá necesariamente un rendimiento máximo.

Los **modelos de biomasa en equilibrio**, a diferencia de los modelos de edades, se basan en datos de la totalidad de la población y no de especímenes individuales. La forma de este tipo de modelos es:

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{k} \right) - C = 0$$

donde:

B = biomasa

r = tasa de crecimiento del stock

k = capacidad de carga del sistema

C = captura

Se dice que la población está en equilibrio cuando la tasa de cambio de la biomasa con respecto al tiempo es cero; es decir, cuando el incremento por reclutamiento y crecimiento es compensado por las pérdidas causadas por la mortalidad natural. Es más fácil analizar la relación entre el esfuerzo, la captura, y la CPUE en condiciones de equilibrio, pero es necesario reconocer que rara vez existen estas condiciones.

Estos modelos son aplicables si existen datos de captura y esfuerzo, o de captura y CPUE de un amplio rango de niveles de esfuerzo de pesca, y si las perturbaciones causadas por la fluctuación de las condiciones ambientales no alcanzan a ocultar los cambios en la abundancia aparente provocados por las variaciones en el esfuerzo de pesca.

Es necesario contar con datos de esfuerzo para estimar el RPMS. Esto requiere de un tiempo largo, 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.

Se utilizan *técnicas de regresión* para obtener los parámetros de los modelos de biomasa en equilibrio, usando datos de esfuerzo y captura en varios años. Uno de estos parámetros es una estimación de la biomasa de la población al principio del primer año.

Se calcula la biomasa de la población al principio del segundo año a partir del modelo, la captura en el primer año y las demás estimaciones de los parámetros, y así sucesivamente en los demás años. Se usa el mismo método para conocer la biomasa anual media de la población.

Uno de ellos emplea el *modelo logístico o simétrico*, en el cual se supone que la relación de equilibrio entre la captura y la captura por día de pesca es lineal. El otro emplea el *modelo generalizado de producción del stock*, para el cual dicha relación no necesita ser lineal. En ambos análisis se utilizaron solamente datos del esfuerzo calculados mediante la división de la captura total por la captura por día de pesca de los barcos de la clase seis de capacidad de bodega. Se fijó El coeficiente de capturabilidad $q = 0.000039$, lo que implica que la capturabilidad de los peces de diversas edades no ha cambiado con el tiempo (CIAT, 1996).

Los dos principales métodos que usa la CIAT para calcular índices de

abundancia de stocks de atún son el método de tiempo de búsqueda y el método de captura por día de pesca.



El **método de tiempo de búsqueda** (U_k), que es similar al método de captura por día de pesca, excepto que se basa en el periodo que un barco pasa buscando y pescando, los días de pesca menos las horas dedicadas a los lances de pesca.

$$U_k = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^A \frac{\sum_{j=1}^{n_{ik}} y_{ijk}}{\sum_{j=1}^{n_{ik}} h_{ijk}}$$

donde:

A = número de áreas (de tamaño igual y apropiado)

n_{ik} = número de lances en la i -ésima área

y_{ijk} = captura

h_{ijk} = tiempo de búsqueda que precede el j -ésimo lance en la i -ésima área.



El **método de captura por día de pesca**, por otra parte, implica el análisis de la captura por un día de pesca de un barco normal hipotético para una serie de tiempo.



τ **Estado Actual de la Pesquería del Atún del Pacífico**

La pesquería mexicana del atún aleta amarilla en el océano Pacífico tropical oriental tiene potencial de desarrollo. Los cálculos de la CIAT indican que el tamaño del stock es substancialmente mayor al nivel óptimo (CIAT, 1996). De ser así, la pesquería podría fácilmente capturar una cantidad de atún superior al RPMS, por ejemplo 325,000 t por año en todo el Pacífico Oriental, de las cuales 275,000 a 285,000 t provendrían del Área de Reglamentación de la Comisión para el Aleta Amarilla, (ARCAA).

No obstante, se deberá tener cuidado en el uso de los valores del modelo de biomasa en equilibrio, por dos motivos:

1. El nivel del esfuerzo ha sido casi constante desde 1984 y los valores observados de las capturas y la captura por día de pesca han sido substancialmente inferiores a los valores predichos.
2. El reclutamiento parece haber disminuido en los últimos años. De seguir así, la productividad del stock podría ser menor a lo estimado por la CIAT (1996).



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 poner en peligro al 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).

Además, el esfuerzo anual se ha incrementado en un 16% en los últimos cinco años y los análisis de rendimiento por recluta señalan que esto supera el nivel óptimo de esfuerzo y quizá provoque una ligera reducción en la producción sostenible. Esta reducción tardaría varios años en manifestarse.

En 1998 se parte de la suposición de que el reclutamiento es igual al promedio de los reclutamientos de 1989-1996 y que la mortalidad por pesca por edad es igual a la de 1996. Esto implica que el esfuerzo de pesca será igual en 1998, por tanto, la captura de la flota mexicana en ese año tendrá un nivel muy cercano al de 1997 (alrededor de las 140,000 t).

Los análisis de rendimientos por recluta demuestran que dicho rendimiento, a niveles actuales de esfuerzo, será 30% mayor si en el futuro la flota sigue concentrando su esfuerzo en peces grandes y no en

peces pequeños. El nivel de esfuerzo durante 1991-1996 equivale aproximadamente a 20 mil días de cerqueros de más de 360 t de capacidad de bodega, es decir de Clase 6 (CIAT, 1996).



Con los parámetros del modelo de biomasa, se estima que la captura de equilibrio en el océano Pacífico tropical oriental en 1998, con los niveles reducidos de esfuerzo en 1992-1997, sería aproximadamente de 263,000 a 272,000 t. Con este nivel de esfuerzo, los modelos de biomasa indican que la captura por día de pesca será entre 15 y 16 t.



Los análisis anteriores de rendimiento por recluta demuestran que el nivel actual de esfuerzo (21,000 días de la clase seis) cae dentro del rango de los niveles necesarios para alcanzar el RPMS (entre 18,000 y 22,000 días).

La captura de equilibrio con la mortalidad por pesca por edad de 1996, un reclutamiento de 85 millones de peces (el promedio 1989-1996) y 21,000 días de esfuerzo sería aproximadamente 228,000 t por año, tardando varios años en llegar al equilibrio; y la captura para 1997 de alrededor de 249,000 t. Con el aumento del esfuerzo a 23,000 días, la captura de equilibrio alcanza las 226,000 t,

pero de 264,000 t para 1997 (CIAT, 1996).



PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Aunque México suspendió su participación en el Acuerdo de La Jolla en octubre de 1996, éste ha seguido comprometido con el uso responsable de los recursos renovables, la conservación efectiva de los mamíferos marinos y con el uso de la mejor ciencia para la protección de un ecosistema delicado y complejo. (CIAT, 1996).

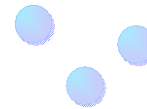


El 30 de julio de 1997 el Congreso de Estados Unidos votó a favor del proyecto de Ley que implementa de forma vinculante para los países miembros y no miembros de la CIAT el Acuerdo de la Jolla y una vez aprobado se terminaría con el embargo atunero impuesto contra México y otros países. Además esta resolución esta condicionada a la realización de estudios de abundancia poblacional de delfines en el OPO y de estrés de los mismos dentro del cerco. Estos se desarrollarán durante

1998 participando activamente el Instituto Nacional de la Pesca.



Respecto a la propuesta de redefinición del concepto de *libre de delfín* o “dolphin-safe” (es decir, sin mortalidad de delfines en lances de pesca de atún) dependerá de los resultados obtenidos sobre estrés de delfines y podría aplicarse en abril de 1999.



Aunque en julio de 1996, el Senado de Estados Unidos votó a favor del levantamiento del embargo atunero impuesto a México, este se aplicará una vez que el Acuerdo de la Jolla se haga un instrumento vinculante para los países miembros y no miembros del mismo.

Del 1 al 7 de febrero de 1998 se llevó a cabo la última reunión de países pesqueros que pesca atún en el Océano Pacífico Oriental logrando el término del Acuerdo vinculante entre

los 17 países participantes. México tuvo una participación destacada y muy activa en el desarrollo de estas negociaciones. Sólo falta que al menos cuatro países lo ratifiquen para entrar en vigor y con esto automáticamente se levantará el embargo y se podrá exportar atún a Estados Unidos y otros países.

Este acuerdo también incluirá otros recursos atuneros así como la regulación de la pesca sobre atunes juveniles y fauna de acompañamiento no recomendables en términos pesqueros y ecológicos.

Se aceptó la distribución de límites de mortalidad de delfines de manera que el manejo global se hiciera por países siendo esto ventajoso para México por poseer la flota más grande y por lo tanto mayor número de cuotas de delfines. A iniciativa de nuestro país, se aceptó la repartición de cuotas de delfines por stock, con base en su distribución geográfica y desempeño histórico de las flotas y por países.

Junto a estas medidas se incluye el manejo de esta pesquería por medio de las cuotas de atún que recomienda la CIAT.



En cuanto a la comercialización después del levantamiento del embargo al atún, se prevé un aumento en los niveles de procesamiento y de exportaciones de atún mexicano a Estados Unidos y otros países.

Ruckes (1995) menciona que el consumo de atún tiene una tendencia de alza de precios a nivel mundial y a una baja en el consumo por la competencia creciente con otros productos, como el surimi y el salmón.



El estudio de Wallstrom y Wessells (1995) indica que los consumidores estadounidenses han mostrado cierta inclinación por consumir más atún etiquetado “dolphin-safe” desde que se implantó el embargo.

Si esto es cierto, la industria atunera mexicana tendría la oportunidad de aumentar la oferta del producto y también, el consumo en Estados Unidos una vez que se implemente la redefinición del etiquetado “dolphin safe”.

Tanto el mercado japonés como el europeo, particularmente Italia y España, serían opciones adicionales para México, el cual tendría que competir con producto barato de Tailandia (Ruckes, 1995).



Por otro lado, el precio del atún en México se encuentra a niveles competitivos en el mercado internacional. Actualmente la mayor parte de nuestra producción se consume en nuestro país. Por tanto, es necesario garantizar el abasto en el mercado

interno una vez que se reinicien las actividades de exportación de este producto.

Otras especies con potencial

En relación con otras especies, en el caso del *patudo*, el Instituto Nacional de la Pesca inició este año una investigación de pesca experimental y exploratoria utilizando el palangre de fondo como arte de pesca, ya que se cree que existe un potencial no explotado de esta especie en el Océano Pacífico.

El *barrilete* es capturado de manera incidental, aunque para algunos países constituye la especie objetivo.

Se considera que el patudo, el barrilete y otros túnidos de menor tamaño, conforman pesquerías potenciales en el Pacífico Mexicano

A diferencia del atún de aleta amarilla que cumple su ciclo de vida en el Pacífico Oriental, el barrilete no es residente en esta zona, lo cual se refleja en la variabilidad de sus capturas, tanto para la flota internacional como para la mexicana.

El *barrilete* es considerado como una pesquería potencial con posibilidades de desarrollo. Existen áreas de pesca en el Pacífico nororiental cerca de la península de Baja California, en las

Islas Revillagigedo y la isla Clipper-ton, así como áreas cercanas a la costa, que requieren de un estudio prospectivo para determinar su disponibilidad.



Para la pesca ribereña que captura *barrilete*, *barrilete negro* y *melva*, se ha previsto como alternativa el uso controlado de dispositivos agregadores de peces. Las experiencias en otros países han mostrado que se logran capturas significativas de este tipo de túnidos. México promoverá esta actividad principalmente en el litoral de Oaxaca para determinar la conveniencia del desarrollo de una pesca comercial y que pueda expandirse a otros estados.

De esta manera se podrá desarrollar la pesquería ribereña y serviría como opción para evitar los conflictos que existen entre la pesca de altura y la de ribera, ya que los barcos atuneros durante la migración de esta especie durante el invierno se aproximan mucho a la costa y compiten por el recurso.



En resumen, la pesquería de atún en el Pacífico tiene potencial de desarro-

llo limitado gracias a que la mayor parte de la captura se realiza sobre los atunes adultos que ya han desovado por lo menos una vez. Además, el excelente desempeño de la flota atunera mexicana en cuanto a la mortalidad incidental de delfines, ha logrado que las tasas de captura incidental hayan disminuido notablemente, mucho más de lo que se había previsto hace unos años, manteniendo los volúmenes actuales de producción.



Existe la posibilidad de reincorporar algunas embarcaciones mayores de 360 tm de capacidad de acarreo que a causa del embargo atunero dejaron de operar o se fueron en busca de otras áreas de pesca manteniendo de esta manera el esfuerzo pesquero desde 1991. Se está elaborando el estudio técnico para definir el número de embarcaciones que podrían ingresar a la pesquería considerando el impacto que generaría esta decisión.

La flota de embarcaciones menores de 360 tm de acarreo podría incrementar su número si diversifican sus actividades hacia otras especies de pequeños atunes como el barrilete y el bonito entre otras.

CAMPOS DE COLABORACION

Tanto el Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y la Pro-

tección 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 CANAINPES y de las Sociedades Cooperativas, la SEMARNAP a través de la Subsecretaría de Pesca y la entusiasta participación de instituciones académicas (Compeán, 1994).

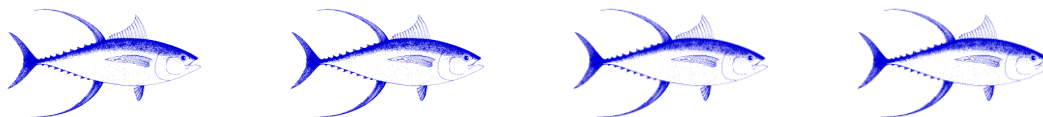
Estos esfuerzos deberán continuar para seguir aprovechando el atún de manera responsable y para conservar las especies de delfines asociadas a estos cardúmenes.



Aunque México aún no forma parte de la Comisión Inter-Americana del Atún Tropical, los científicos de ambas partes colaboran de manera estrecha para la evaluación del recurso. Así mismo, México participa activamente en las resoluciones que la CIAT aplica en el manejo de esta pesquería.



Estudios que hace falta realizar son los relacionados con el fenómeno de la interacción atún-delfín, la migración del atún y el papel que las condiciones ambientales juegan en ella, y el comportamiento del mercado doméstico e internacional para productos derivados del atún.



REFERENCIAS

- Aguilar-Ibarra, A. 1995. General Aspects of Fisheries Trade under the North American Free-Trade Agreement and a Comparison with the Common Fisheries Policy of the European Union. M.Sc. Fisheries Economics Thesis, University of Portsmouth, United Kingdom.
- 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).1991. Informe Anual de 1991. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical).1992. Informe Anual de 1992. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical).1993. Informe Anual de 1993. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical).1994. Informe Anual de 1994. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical).1995. Informe Anual de 1995. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical).1996. Informe Anual de 1996. CIAT, La Jolla.
- CIAT (Comisión Inter Americana del Atún Tropical). 1997. Informe Trimestral. Cuarto Trimestre de 1997, CIAT, La Jolla.

- 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.
- Compeán, J.G. 1994. Programa mexicano de protección a los delfines. *Calidad Ambiental* 1 (12): 11-14.
- Declaración de Panamá, Panamá, 4 de octubre de 1995.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1993. Anuario Estadístico Pesquero. FAO, Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1994. Examen de la situación mundial de las especies altamente migratorias y las poblaciones transzonales. FAO Documento Técnico de Pesca 337: 1-75.
- FSD (Fisheries Statistics Division). 1997. Fisheries of the United States, 1996. Current Fishery Statistics 9600. U.S. Department of Commerce, NOAA, NMFS, FSD. Washington, D.C.
- González Mandujano, J.A. 1989. Programas de investigación sobre atún-delfín en el océano Pacífico oriental. Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, México.
- Hunter, J.R., A.W. Argue, W.H. Bayliff, A.E. Dizon, A. Fonteneau, D. Goodman & G.R. Seckel. 1986. The dynamics of tuna movements: an evaluation of past and future research. FAO Fisheries Technical Paper 277: 1-78.
- 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.
- Muhlía Melo, A. 1994. Current state of the Mexican tuna fishery and ecological interactions between large and small tunas in the pelagic Pacific environment. *In*: Shomura, R.S., J. Majkowski & S. Langi (editors). *Interactions of Pacific Tuna Fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper 336 (1): 320-326.
- 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.

Petterson, J.S. 1980. Fishing cooperatives and political power: a Mexican example. *Anthropological Quarterly* 53: 64-74.

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

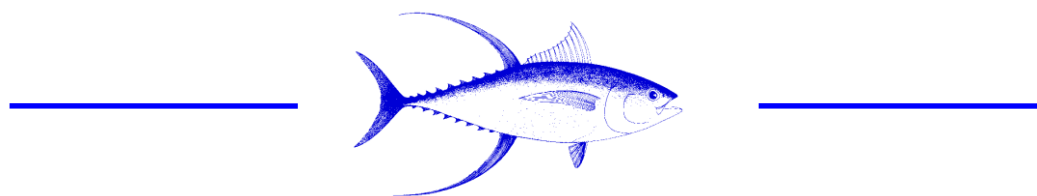
PNAAPD (Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín) y CIAT. 1996. Resultados del Programa de Protección a los Delfines y estimaciones de la mortalidad incidental en el periodo 1986-1995. Informe Técnico del PNAAPD, Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Ruckes, E. 1995. World trade in fish and fishery products: review and outlook. *In*: Liao, D.S. (editor). International Cooperation for Fisheries and Aquaculture Development: Proceedings of the 7th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade. National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan: 1-16.

SEMARNAP. 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. SEMARNAP, México.

Wallstrom, P. & C.R. Wessells. 1995. Analysis of U.S. consumer demand for canned tuna: impact of dolphin-safe labelling. *In*: Liao, D.S. (editor). International Cooperation for Fisheries and Aquaculture Development: Proceedings of the 7th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade. National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan: 264-276.

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.



anchoveta

macarela

sardina

piña

sardina monterrey

sardina
crinuda

sardina bocona

anchoveta

piña

macarela
macarela
a

charrito

anchoveta
norteña

sardina japonesa

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE PECES PELÁGICOS MENORES

ESPECIES: Sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*), sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), macarela (*Scomber japonicus*), sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), sardina japonesa (*Etrumeus teres*) y anchoveta norteña (*Engraulis mordax*).

- Pesquería multiespecífica con cardúmenes de gran magnitud.
- La pesquería llega a aportar el 50% del volumen desembarcado en todo el país.
- Ochenta y cinco por ciento 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 LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 464,777 toneladas.
- Captura 1998: Disminución de las capturas de anchoveta y sardina monterrey; posible incremento de las capturas de sardina crinuda.

EFECTOS ENSO 97-98

- Decrece el reclutamiento y propicia la dispersión del recurso.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Análisis de cohortes (VPA) 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 espaciales 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

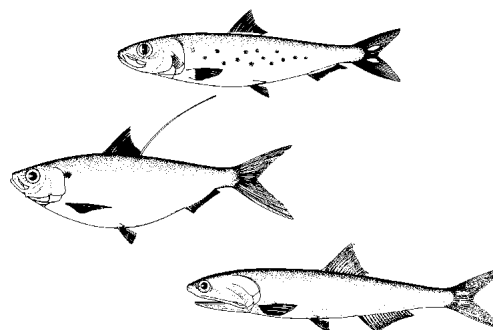
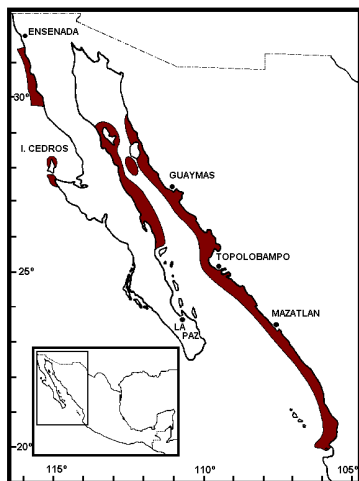


Sardinops caeruleus
Opisthonema spp.
Scomber japonicus
Cetengraulis mysticetus
Etrumeus teres
Engraulis mordax

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

En términos de volumen de producción, las pesquerías de sardina y anchoveta son las más importantes del país. Su rentabilidad se basa mas en los volúmenes de captura que en el precio de la producción. Su destino es el procesamiento de enlatado y de reducción en harina de pescado.



La pesquería de peces pelágicos menores es multiespecífica. En México, la sardina monterrey es la que predomina en las capturas y la más cotizada en el mercado internacional.

La sardina monterrey es altamente cotizada y mundialmente aparece en el rango de sardina verdadera de primera clase. Por esto, González *et al.* (1982) consideran que es una especie que debería utilizarse exclusivamente para consumo humano directo.



A nivel nacional las capturas de sardina, anchoveta y otras especies afines ocuparon el primer lugar de 1980 a 1995. A nivel mundial en 1987 ocuparon el sexto lugar y en 1993 descendieron al lugar 21; por su valor económico en 1995 ocuparon el 10º lugar.

El valor de la captura de sardina y anchoveta respecto de la captura nacional fluctuó entre 1.53% en 1990 y 1.58% en 1995.



En México, hasta un 87% de la captura total anual de estas pesquerías está conformada por siete especies, de las cuales las principales son la sardina monterrey, la sardina crinuda y la anchoveta. Esta pesquería se encuentra plenamente desarrollada en la región noroeste de nuestro país.



Es una pesquería masiva que, a pesar de que la mayor parte de la captura es reducida a harina de pescado, produce una porción significativa en los alimentos para consumo popular (González *et al.*, 1982). A finales de los años setenta e inicio de los ochenta, la anchoveta constituía cerca del 50% en la producción de la

región, sin embargo en años recientes su captura ha caído hasta sólo el 8%. Las demás especies son menos importantes, aunque el volumen de sus descargas tiende a aumentar cuando escasea la sardina monterrey.



Las pesquerías de peces pelágicos menores (de los géneros *Engraulis*, *Sardinops*, *Trachurus*, *Etrumeus*, *Scomber*, *Sarda*, *Opisthonema* y *Cetengraulis*), son multiespecíficas pues se capturan varias especies con el mismo sistema de pesca (barco y red de cerco con jareta).

En el puerto de Ensenada, Baja California, la captura se sustenta en cuatro especies (García y Sánchez, 1997):

- 1 Sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*): 80%
- 2 Macarela (*Scomber japonicus*): 11.5%
- 3 Anchoveta nortea (*Engraulis mordax*): 8.5%
- 4 Charrito (*Trachurus symmetricus*): 1%



La captura media en las dos últimas temporadas (1995/96, 1996/97) por especies en el Golfo de California es: sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) 85%, sardina crinuda

(*Opisthonema libertate*) 7%, macarela (*Scomber japonicus*) 5%, anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) 1.4%, sardina japonesa (*Etrumeus teres*) 0.6% y sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*) 0.5%.

La pesquería de anchoveta y la de sardina monterrey son las que tienen la abundancia relativa mayor en las capturas.

La proporción por especies en el Golfo de California es:
sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) 85%,
sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) 7%,
macarela (*Scomber japonicus*) 5%,
anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) 1.4%,
sardina japonesa (*Etrumeus teres*) 0.6% y
sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*) 0.5%.

Los cambios de distribución de estos recursos han marcado la pauta en el desarrollo de estas pesquerías. En Ensenada la captura de sardina se inició en 1929 con escasos volúmenes debido a la poca capacidad de acarreo de la flota. La pesquería se extendió a Isla Cedros en los años cuarenta y a Bahía Magdalena en los cincuenta (Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Es en 1950, cuando se inicia la pesca de la anchoveta dado el bajo nivel de captura de sardina en California (Chávez *et al.*, 1979). Utilizada en un principio para empaque, quince

años más tarde, en 1965, se autorizó el uso de la anchoveta en la producción de harina de pescado.



En el Golfo de California, la pesquería de sardina se desarrolla a partir de 1967 en Guaymas, como consecuencia de la caída en los volúmenes de captura de sardina monterrey en Ensenada (Sokolov y Wong, 1973).



La recuperación de la biomasa de la sardina en el océano Pacífico a finales de los años ochenta y sus niveles hoy en día es todavía tema de debate, si las causas son ambientales o por el esfuerzo pesquero ejercido (Wolf, 1992).



BIOLOGÍA

Los peces pelágicos menores alcanzan longitudes entre los 10 y 30 cm. Su ciclo de vida es corto, suelen habitar en zonas costeras de alta productividad biológica y se alimentan de fitoplancton y zooplancton. La sardina monterrey, en particular, es omnívora

(Cadet y Bernt, 1959), aunque muestra preferencia por el fitoplancton (Kawasaki, 1983). Característicamente, los peces pelágicos menores, además de migraciones estacionales con fines de reproducción y alimentación, experimentan cambios marcados en la abundancia relacionados al ambiente oceanográfico (Lluch-Belda *et al.*, 1991).

La longitud de los peces pelágicos menores varía entre 10 a 30 cm, son de ciclo de vida corto, su distribución es muy amplia y habitan zonas de alta productividad biológica. Realizan migraciones estacionales con fines reproductivos y de alimentación. Son altamente sensibles a los cambios climáticos

La distribución geográfica de estas especies es muy amplia. La sardina monterrey habita desde Alaska hasta el Golfo de California; en años fríos se observa incluso hasta Mazatlán. La anchoveta norteña habita desde Vancouver hasta el Golfo de California (Hammann y Cisneros-Mata, 1989; Lluch-Belda *et al.*, 1995). La sardina crinuda se distribuye principalmente en el Pacífico central oriental, incluyendo el Golfo de California y la macarela se encuentra desde Alaska hasta el Golfo de California.



La llamada distribución dinámica 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:

- En el Golfo de California, alrededor de las grandes islas y hacia el sur en los años fríos.
- En la costa occidental de la península de Baja California hasta Punta Eugenia.



A partir de estos centros se expande hacia el norte y contrae hacia el sur (Lluch-Belda *et al.*, 1995).

La época reproductiva de los peces pelágicos menores es variable. La sardina monterrey del Golfo de California se reproduce en invierno y en menor grado durante la primavera. En el área de Ensenada los desoves ocurren de enero a marzo y en junio-julio (Tabla 1).

La anchoveta del Pacífico desova en primavera y verano (Lluch-Belda *et al.*, 1995). 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) mientras que la anchoveta cada ocho días (Castro-González y Tapia-Vázquez, 1995). Los desoves se realizan en áreas protegidas con poca turbulencia, como ensenadas y bahías, estrategia para incrementar la sobrevivencia de las larvas (Bakun y Parrish, 1982).

se explican por la magnitud del reclutamiento en diferentes años. Por ejemplo, cuando en el Golfo de California ocurren reclutamientos exitosos de sardina Monterrey, la captura comercial puede incluir una gran cantidad de individuos pequeños sin afectar drásticamente a la población.

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones y equipos

La talla de reproducción de la sardina monterrey no es constante: las tallas mínimas registradas para la década pasada eran de 130-135 mm; en contraste, durante la temporada 1996/97 se encontraron individuos de tan sólo 107 mm (Torres, 1986; Cisneros-Mata, 1987).

Los peces pelágicos menores se capturan tanto en el Golfo de California como en la costa occidental de la península de Baja California en las proximidades de los puertos de Ensenada, Isla Cedros, Bahía Magdalena, Yávaros, Guaymas y Mazatlán.

Tabla 1. Características biológicas de los pelágicos menores en que se basan las pesquerías de Ensenada y del Golfo de California.

Especie	Talla promedio (mm)	Longevidad (años)	Fecundidad (ovocitos)	Reproducción (máximo)
Golfo de California				
<i>S. caeruleus</i>	167	7	19913	nov.-feb., jun.
<i>O. libertate</i>	166	6	32562	abr.-jul.
<i>S. japonicus</i>	173	8		mzo.-abr.
<i>E. mordax</i>	85	4	9854	feb.-abr.
Ensenada				
<i>S. caeruleus</i>	190	7	24282	ene.-mzo., jun.-jul.
<i>E. mordax</i>	121	7	12,000	may.-ago.

La talla de sardinas y anchovetas muestra variaciones temporales que

La flota, constituida por embarcaciones equipadas con red de cerco, se desplaza entre los puertos dependiendo de la disponibilidad y estacionalidad de las especies en cada zona.



La mayor parte de la flota opera en puertos específicos; sin embargo, algunos barcos que en primavera y verano capturan anchoveta o sardina monterrey en Ensenada, en otoño e invierno se trasladan al Golfo de California, para la pesca de sardina.

Los barcos varían en capacidad de bodega, potencia y eslora. La longitud y calado de las redes (anchovetera o sardinera) dependen de la eslora del barco, la disponibilidad de espacio en cubierta y del criterio del patrón. La luz de malla en las redes sardineras es de 25.4 mm y en las anchoveteras de 13 mm.

La flota comercial, equipada con red de cerco se desplaza en el área de distribución de los peces pelágicos menores dependiendo de la disponibilidad y estacionalidad de las especies

El desarrollo de la flota sardinera-anchovetera ha cambiado notablemente en el tamaño y estructura de la misma. En las primeras temporadas se constituía por barcos camaroneros

y atuneros modificados con una capacidad de bodega entre 40 y 100 t de bodega. En el año de 1977, la flota se vió incrementada por la incorporación de embarcaciones peruanas con capacidad de bodega de 120 t y sistema de refrigeración. Al implantarse el "Plan Nacional de Desarrollo Pesquero", se incorporaron barcos en su mayoría de 120 t y algunos de 300 t (Garci-Crespo *et al.*, 1982, Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Los lances se hacían por la noche ("oscuros") pero con la incorporación de tecnología de búsqueda (sonar, ecosonda y apoyo aéreo), ahora la captura se puede realizar igualmente durante el día.



En Guaymas la flota ha variado desde tres barcos, al inicio de la pesquería (Sokolov y Wong, 1973), hasta un máximo de 77 en 1990. (Fig. 1A). La flota activa se redujo a 32 barcos en 1993, como resultado del desplome de la pesquería de sardina monterrey (Cisneros-Mata *et al.*, 1996a).



En Ensenada, dado el colapso de la pesquería de anchoveta en 1996, operan sólo nueve barcos (García y Sánchez, 1997). En Sinaloa seis embarcaciones y en Bahía Magdalena generalmente tres barcos (Fig. 1B).

τ Tendencias históricas

A principios de siglo, un espectacular incremento en las poblaciones de sardina en la costa noroccidental de México y Estados Unidos propició la más grande pesquería de sardina en California, con capturas iniciales por abajo de las 100,000 t en la década de los años veinte. Las descargas alcanzaron un volumen de hasta 664,000 t, con biomasa (edad 2+) de 3.6 millones de t (Murphy, 1966; Arenas *et al.*, 1996).

Después de alcanzar su máximo en los años treinta y principios de los cuarenta, la pesquería declinó sostenidamente hasta finales de los cincuenta (Fig. 2A). A mediados de la década de 1960 la pesquería en

Como resultado del desplome de la pesquería de sardina monterrey, en 1993 la flota de Guaymas se redujo a tan sólo 32 embarcaciones, después de haber llegado a casi 80 en 1990

Las pesquerías se han desplomado desde Columbia Británica, Canadá hacia el sur, lo cual es evidencia de un repliegue poblacional de norte a sur. (Arenas *et al.*, 1996; Lluch-Belda

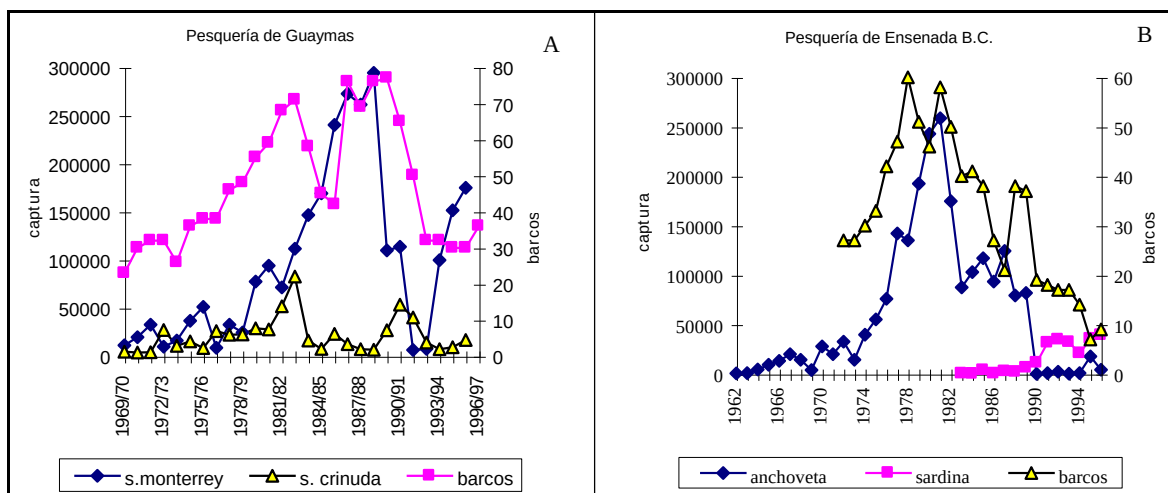


Fig. 1. Captura y número de barcos en operación: A) en Guaymas ; B) en Ensenada.

Norteamérica se colapsó y a partir de 1967 se suspendió.

et al., 1995).

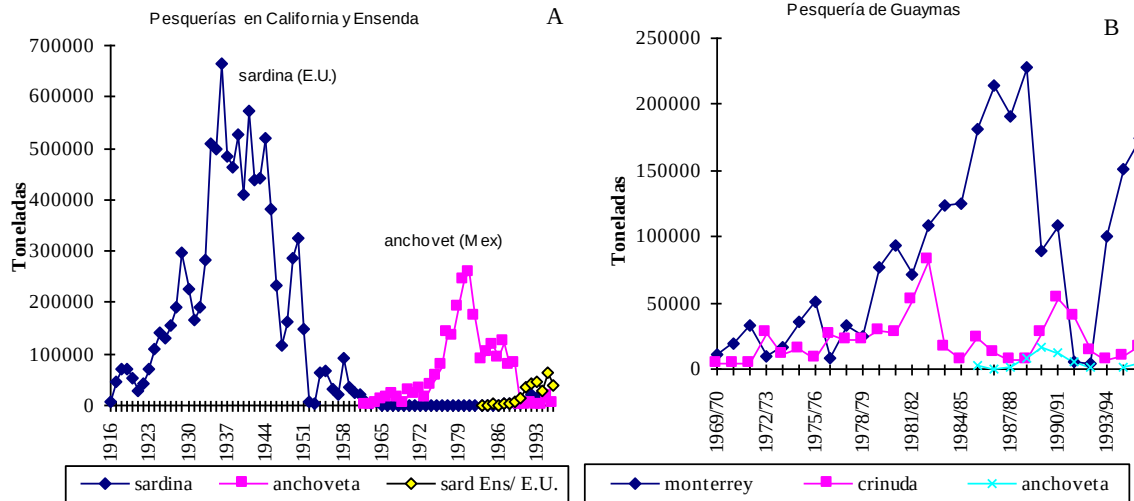


Fig. 2. (A) Capturas de sardina en California, de anchoveta en Ensenada y sardina en California y Ensenada. (B) Captura en Guaymas.



La pesquería de anchoveta en Ensenada inicia su auge en los años sesenta (Fig. 2A), merced a los desplomes de la anchoveta peruana, de la cual se vio como virtual sustituto. Se abrieron amplios mercados para la harina de anchoveta mexicana, alcanzando una captura récord de 258,745 t en 1981; posteriormente disminuyó hasta su nivel más bajo al inicio de los años noventa (Fig. 2A).

La pesquería de anchoveta en Ensenada presentó un auge en la década de 1970 debido al desplome de la anchoveta peruana

Información de Wolf (1992) indica que en la costa de California y Baja California la sardina del Pacífico co-

menzó a incrementarse en los años ochenta. Sardinas hasta de siete años se han encontrado en las costas de Canadá (Hargreaves *et al.*, 1994).

A partir de 1983 se ha observado una nueva fase de crecimiento. Analizando la suma de las capturas de sardina en Ensenada y California presentadas por Deriso *et al.* (1996) y por García y Sánchez (1996), se percibe que hay descargas hasta de 64,000 t (Fig. 2A). Adicionalmente, en Bahía Magdalena se han capturado hasta 35,000 t (Félix-Uraga *et al.*, 1996). Empero, existen dudas acerca de los niveles que podría alcanzar esta pesquería. Durante este siglo, los periodos de altas y bajas capturas de la sardina de California, Japón y Chile han estado en fase, sugiriendo que un proceso común podría controlar la abundancia de sardina en el Pacífico, (Kawasaki y Kumagai, 1984; Lluch-Belda *et al.*, 1989).



Mientras que la sardina asiática y chilena han alcanzado altos niveles de abundancia, la de California no se ha desarrollado tan fuertemente. Si este proceso oceanográfico común controla la abundancia de sardina, entonces, según Hargreaves *et al.* (1994) la sardina del Pacífico ha llegado a su fin.

Alternativamente, si los ciclos de producción no están en fase, entonces el crecimiento de la sardina del Pacífico podría continuar.



Golfo de California

En Guaymas, la captura ha fluctuado de acuerdo con la abundancia de sardina monterrey. Siendo la especie más importante en la pesquería del Golfo en los años setenta y ochenta, las descargas se incrementaron progresivamente de 11,500 t hasta un récord de 294,000 t en 1988/89, tras lo cual hubo una rápida declinación a casi 7,000 t en la temporada 1991/92 (Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Las capturas se han incrementado nuevamente desde la temporada 1993/94 (Fig. 2B).

En el Golfo de California durante la temporada 1988-89, se registró una captura récord de 294,000 t, posterior a esto se presentó una declinación a aproximadamente 7,000 t en la temporada 1991-92

Por otra parte, en la década de los ochenta también aumentaron las capturas de macarela y sardina japonesa. En 1985 la identificación de juveniles de anchoveta norteña en las capturas de sardina, marcó el inicio de esta pesquería en Guaymas (Hammann y Cisneros-Mata, 1989; Cisneros-Mata *et al.*, 1995). En contraste con los aumentos, la de sardina crinuda, la sardina monterrey disminuye; lo anterior se relaciona con el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) ya que se ha observado que cuando se presenta este fenómeno la captura de las sardinas crinuda y la Monterrey varían inversamente (Molina *et al.*, 1987; Lluch-Belda *et al.*, 1986).



La *figura 3* muestra las relaciones entre la captura y el esfuerzo; se consideró el número de viajes positivos (con captura) por embarcación como la unidad de esfuerzo pesquero. En ambas pesquerías la CPUE (captura por unidad de esfuerzo) se ha incrementado paralelamente con el esfuerzo.



Esto se debe a un incremento en el poder de pesca de la flota por el uso de mejor tecnología de búsqueda y la creciente experiencia de los pescadores.

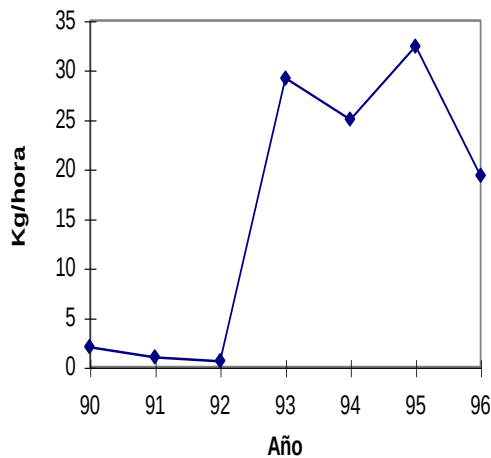


Fig. 4. Índice de abundancia anual de sardina monterrey; captura por hora de arrastre en el Golfo de California. (tomada de Cisneros-Mata *et al.*, 1997).

res. Este paralelismo se debe también al crecimiento simultáneo de la población y la pesquería (Cisneros-Mata *et al.*, 1995).

En resumen, cuatro etapas históricas caracterizan a la pesquería en el Golfo de California, según Cisneros-Mata *et al.* (1995). Actualmente las capturas se han incrementado nuevamente:

- **Exploración**, de sus inicios hasta la temporada 1975/76
- **Desarrollo y crecimiento**, hasta 1981/82
- **Expansión y estabilización**, hasta 1988/89
- **Descenso**, hasta 1992/93

Datos basados en cruceros de pesca de prospección indican que el crecimiento de la población de sardina monterrey se ha estabilizado (Fig. 4), la captura de individuos de sardina monterrey creció desde dos kilogramos por hora en 1992 hasta aproximadamente 30 kg en 1995, estabilizándose en los últimos años.

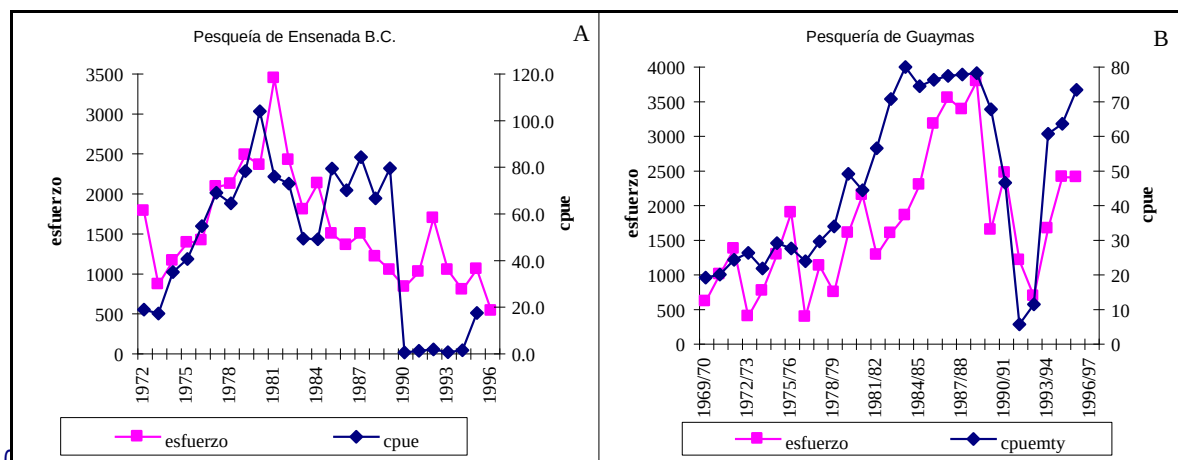


Fig. 3. (A) Esfuerzo de pesca en Ensenada y CPUE de anchoveta. (B) Esfuerzo y CPUE de sardina Monterrey en Sonora. Los datos de esfuerzo están dados en número de viajes.

La producción biológica aumentó en los periodos 1975-78 y 1981-84; en el segundo periodo la producción anual fue de 500,000 t. Ello se reflejó en el acelerado crecimiento de las capturas comerciales hasta la temporada 1988/89.

Sin embargo, 1986 marcó el inicio de un periodo en que la biomasa decreció sensiblemente y durante el cual también se obtuvieron las mayores capturas de sardina.



En 1989 disminuyeron la abundancia y disponibilidad de sardina para la flota. 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 se reflejó en el rápido ascenso de las capturas de las últimas temporadas de pesca. Si la biomasa poblacional continúa con esta tendencia creciente, se es- peraría lo mismo para la captura.



τ Pesca incidental

Si bien no se cuenta con registros oficiales, los observadores a bordo de las embarcaciones, mencionan que hay descartes cuando el cardumen

cercado es demasiado grande y no cabe en la bodega o cuando se captura sardina pequeña. Este problema ha disminuido en la medida en que los patrones de pesca han adquirido experiencia y realizan una selección visual del tamaño de la sardina y otras especies; además del uso de tecnología moderna como la ecosonda.

τ Interacción con otras pesquerías

La distribución geográfica de los stocks centrales de sardina monterrey y de anchoveta abarca aguas territoriales tanto de México como de Estados Unidos. Más aún, el muestreo de las descargas en puertos limítrofes de ambas naciones indican una distribución diferencial por edades de aquellas especies.

Es importante no perder de vista que, en el caso de la sardina monterrey, el centro de distribución permanente, a partir del cual se expande la población, se ubica en aguas mexicanas. En el Golfo de California, aparte de las especies que se capturan en las pesquerías de peces pelágicos menores no existe registro oficial de la captura de otras especies.

En el caso de la sardina monterrey, el centro de distribución permanente se localiza en aguas mexicanas.

cantidad de sardina capturada en relación con la captura potencial considerando la capacidad de acarreo (la capacidad de bodega promedio y el número de viajes realizados).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Infraestructura

El sector privado participó con el 76.1% de los barcos que operaron entre 1990 y 1993; el público con 14.9% y el social con 9.1%. La *tabla*



Tabla 2. Embarcaciones sardinero-anchoveteras por sector (anuarios SEPESCA).

AÑO	SOCIAL	PRIVADO	PUBLICO	LONG.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				3096	94
1995				2871	81

2 muestra las embarcaciones por sector. Los mismos barcos son empleados para pescar tanto sardina como anchoveta.



De acuerdo con Cisneros-Mata *et al.* (1989) el índice promedio de utilización de los barcos que descargaron en Sonora fue de 54.8%, en Sinaloa de 75% y en Bahía Magdalena de 63.4% en 1988. El análisis se basó en datos de la flota sardinera activa durante una de las mejores temporadas de pesca en el Golfo de California. Los porcentajes equivalen a la

En México existen plantas procesadoras de sardina y anchoveta en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. En ellas se produce harina y aceite de pescado así como productos enlatados. El análisis de la capacidad instalada y la operación de las plantas sardineras en 1988 (Tabla 3) indicó que la eficiencia de operación de las enlatadoras fue 29.4% y en las harinera 64.7%, con una eficiencia promedio total del 52.8% (Cisneros-Mata 1989).

Tabla 3. Volúmenes de procesamiento e índice de eficiencia por planta procesadora de sardina (Cisneros-Mata 1989).

PROCESO	PRIVADO (t)	PUBLICO (t)	SOCIAL (t)	TOTAL (t)	EFICIENCIA* (%)	I.E.(%)
ENLATADO	34,240	39,092		73,332	63	29.4
HARINA	267,923	29,867	13,142	310,932	31	64.7
TOTAL	302,163	68,959	13,142	384,264	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 hr de trabajo (SEPESCA 1987).

En las plantas procesadoras de sardina y anchoveta que se encuentran en el Pacífico Mexicano, se produce harina y aceite de pescado, así como enlatados.

En la *tabla 4* se muestra la capacidad y número de plantas en el litoral del Pacífico, que no son necesariamente específicas para industrializar peces pelágicos menores.

Tabla 4. Plantas procesadoras en operación.

Año	Reducción		Enlatado		Congelado	
	No. Plantas	Capacidad (t/h)	No. Plantas	Capacidad (t/h)	No. Plantas	Capacidad (t/h)
1981	51	477	33	210	89	60
1987	38	495	35	282	122	65
1995	44	440	44	339	201	105

Las capturas se destinan al enlatado para consumo humano (15%) y como materia prima de alimentos balanceados para aves y ganado (84.5%). Una mínima fracción de la captura se comercializa en fresco.



En los últimos años México ha incrementado sus exportaciones de sardina enlatada, aunque se ha tenido que importar harina de pescado. En 1995 se importaron 14,536 t de harina de pescado con un valor de 7,548.00 USD (SEMARNAP, 1995). Esta importación se explica por el desplome de las descargas de anchoveta en Ensenada, las cuales se destinaban hasta en 98% a la producción de harina de pescado.

De la captura, el 15% se destina para consumo humano en presentación enlatada; el 85% se utiliza como materia prima de alimentos para aves y ganado y la mínima fracción restante se comercializa en fresco.



MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

El monitoreo y evaluación constantes han permitido establecer medidas de reglamentación en las pesquerías, ofreciendo alternativas para el manejo. Las Normas Oficiales Mexicanas publicadas en el Diario Oficial de la Federación, se basan en las siguientes medidas de regulación:



Golfo de California

En diciembre de 1993 se establecieron tallas mínimas de captura de 150 mm de longitud patrón para la sardina monterrey, 160 mm para la sardina crinuda y 100 mm para anchoveta.



En 1985, la costa occidental del Golfo se decretó zona vedada del 8 de agosto al 21 de septiembre y se prohibió la operación de barcos sin refrigeración en bodega más allá de 40 millas náuticas de su puerto base.



Esta medida permite proteger a los individuos en estadios juveniles. De 1987 a 1990 se establecieron vedas zonales durante el verano, concertadas entre el sector productivo y la entonces Secretaría de Pesca.



En 1993 se fijó la talla mínima de captura de la anchoveta norteña en

100 mm. Ese mismo año, como medida de recuperación de la pesquería de sardina monterrey se estableció que la flota que opere al norte de los 20° N, no deberá exceder las 36 embarcaciones (mismas que operaron ese año).



Asimismo, en diciembre de 1993 se estableció una veda con el fin de proteger el incipiente incremento de la sardina monterrey. Esta medida se basó en la época de reproducción, que ocurre durante el verano.

En el Golfo de California, la talla mínima de captura establecida en 1983 para la sardina monterrey es de 150 mm, y de 170 mm para la crinuda; en el caso de la anchoveta norteña se estableció una talla de 100 mm en 1993.

De igual forma, se han establecido periodos de veda y zonas autorizadas para su pesquería como parte de las medidas administrativas y de manejo del recurso.



Desde entonces se han establecido vedas de agosto a octubre, propuestas por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas y concertadas entre los sectores productivo y administrativo.



Costa occidental de la península de Baja California

En 1987, se fijó la talla mínima para la anchoveta norteña en 100 mm, con un límite máximo de 30% de la captura total por debajo de esta talla como pesca incidental. Ese mismo año se acordó mantener el tamaño de la flota de Sonora y su capacidad de acarreo en las mismas condiciones que en la temporada 1985/86.



En 1993 se estableció el número de embarcaciones activas como el máximo al que podrán llegar las flotas de las diferentes pesquerías (SEPESCA, 1994).



En todos los casos el establecimiento de tallas mínimas tiene como objetivo proteger a los primeros reproductores y así garantizar las existencias futuras.



El manejo de esta pesquería se ha facilitado mediante el diálogo abierto en reuniones periódicas entre los tres sectores productivos. Ello ha resultado en un ambiente de cooperación reflejado no sólo en la aceptación de las propuestas de manejo, sino en el apoyo económico de los industriales a la investigación pesquera.

En Baja California occidental, como medida administrativa para la captura de anchoveta norteña, se establece en 1987 la talla mínima de 100 mm con un límite de 30% de la captura total de una talla menor considerada pesca incidental.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Modelo

Costa occidental de la península de Baja California

Sardina monterrey

La más reciente evaluación de biomasa de sardina monterrey de la costa occidental de Baja California se realizó con el modelo CANSAR (*Catch at Age Analisis for Sardine*) de Deriso *et al.* (1996), el cual es un modelo estructurado para evaluación

de poblaciones derivado del modelo CAGEAN (Deriso *et al.*, 1985).

CANSAR utiliza diversos índices de abundancia independientes de la pesquería:

- a) producción de huevos
- b) biomasa de cardúmenes mediante prospecciones aéreas
- c) área estimada de desove
- d) biomasa desovante

El modelo también utiliza CPUE, datos de captura por edad y captura en peso por semestre en las pesquerías con base en el puerto de Ensenada, Baja California y del estado de California, E.U.A.

El propósito es simular la dinámica de la población de sardina monterrey y su rendimiento. Las predicciones se ajustan por iteración usando un crite-

rio de mínimos cuadrados para estimar los parámetros de la pesquería.

La simulación se basa en una *matriz de Leslie* para una población de sardinas cuyas edades van de 0 hasta 5+ años. El modelo asume que las edades se incrementan el 1º de julio y 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.

La ecuación general del modelo que describe la abundancia en el tiempo es la siguiente:

$$N_{a,y,s} = N_{a-1,y,s} e^{-Z_{a-1,y,1}}$$

donde:

$N_{a,y,s}$ = número de sardinas de edad a al comienzo del primer ($s=1$) o segundo ($s=2$) semestre.

$Z_{a-1,y,1}$ = tasa instantánea de mortalidad total en el año y .

El vector de reclutamiento anual (edad 0) de la sardina al comienzo del segundo semestre de cada año $N_{0,y,2}$ es estimado por el modelo. La biomasa de la población en la zona de estudio (costa occidental de la península de Baja California) en el inicio de cada semestre de cada año fue calculado sumando los productos de abundancia en edad y el peso en

1983-95 se incrementó, ya que hay una tendencia creciente de la biomasa desovante de la sardina del Pacífico. Las evaluaciones en la zona de Bahía Magdalena indican fuertes reclutamientos después de 1981, particularmente en las clases anuales 1984, 1989 y 1993 (Félix-Uraga *et al.*, 1996) .

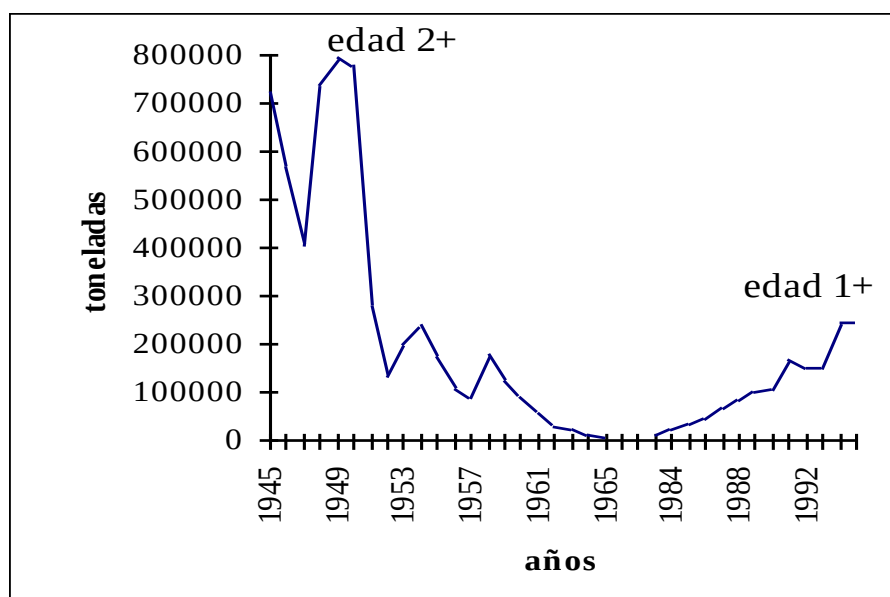


Fig. 5. Biomasa de sardina Monterrey de edad 2+ para los años 1945-1965 (MacCall, 1979) y edad 1+ para 1983-1995 (Deriso *et al.*, 1996).

edad de la población.

Con este modelo se estimaron incrementos de biomasa de la edad 1+ desde aproximadamente 10,000 t en 1983 a 344,000 t en 1995 (Fig. 5).

Cisneros-Mata *et al.* (1996b) confirmaron, mediante el uso de redes neuronales artificiales y con datos biológicos, pesqueros y ambientales, que la biomasa anual desovante de la sardina del Pacífico en el periodo

La biomasa desovante anual de la sardina en el Pacífico incrementó en el periodo 1983-1995



Golfo de California

Sardina monterrey

Para determinar el impacto de la pesquería en la población de sardina monterrey del Golfo en los últimos años, Nevárez-Martínez *et al.* (1997) realizaron un análisis de cohortes (o VPA) 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 construyó una *distribución promedio de captura por talla* a partir de varias distribuciones anuales (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.

En términos de captura, la pesquería de sardina monterrey durante las temporadas 1991-92 y 1992-93, fueron muy similares; así como en las temporadas 1993-94, 1994-95 y 1995-96, no así entre ambos periodos.

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), aunado a factores densodependientes de la especie (Cisneros-Mata *et al.*, 1996a).

Cisneros-Mata *et al.* (1995) demostraron con un VPA que la población de adultos reproductores aumentó lentamente desde 1973 hasta 1986, para posteriormente decrecer en 1987. 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 en los niveles poblacionales fue seguido por un incremento significativo a partir de la

temporada 1992/93 (Martínez-Zavala, 1997).



Sin embargo, los cruceros de pesca de prospección indican que sin bien hay una gran cantidad de juveniles, la población de sardina monterrey ya no está creciendo como al inicio de los años noventa (Cisneros-Mata *et al.*, 1997).

Para investigar el impacto de la captura de juveniles de sardina monterrey del Golfo de California, se desarrolló un modelo estructural con resolución mensual (Cisneros-Mata *et al.*, 1997).



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

En 1989-92 la población de sardina monterrey en el Golfo de California, registró sus niveles más bajos, lo que impactó directamente en las capturas de la flota sardinera.

Sardina crinuda

Cisneros-Mata *et al.* (1997) emplearon un modelo de regresión de captura total en la temporada (t) vs captura de sardina crinuda en la temporada ($t+1$) y calcularon que la captura en Sonora podría alcanzar cerca de 50,000 t en la temporada 1997/98, en condiciones de calentamiento anormal, es decir, con la presencia de El Niño-Oscilación Sur (ENOS).

Anchoveta

Evaluaciones de biomasa reproductora de la anchoveta del Golfo de California, mediante el *Método de Producción de Huevos*, indican que la biomasa de la población ha crecido desde 105,079 t en 1991 (Cotero-Altamirano y Green-Ruiz, en prensa)

hasta 235,000 t en 1994 (Cotero Altamirano, CRIP Ensenada, com. pers.).



τ Estado Actual de la Pesquería de Peces Pelágicos Menores

Costa occidental de la península de Baja California

Sardina monterrey

En la costa occidental de Baja California existen buenas expectativas para la pesquería por la creciente disponibilidad de sardina monterrey y de macarela.



La pesquería de la sardina monterrey de la costa occidental presenta potencial de desarrollo. En este caso las evidencias se basan en los incrementos en la captura comercial y en una tendencia creciente en la biomasa de reproductores, de acuerdo con el modelo CANSAR (Deriso *et al.*, 1996).

Las poblaciones de sardina monterrey tanto del Golfo de California como de la costa occidental, tienen potencial de desarrollo.

La experiencia indica que la recuperación de este tipo de recursos suele ser igual o más espectacular, en términos de velocidad de crecimiento y de volúmenes de producción que los colapsos.



Sin embargo, mediante un esquema de uso racional y si no se revierte la tendencia de crecimiento de sardina monterrey en la costa occidental de Baja California, es de esperarse que la captura de peces pelágicos menores se sostenga o aumente ligeramente en el mediano plazo.



Anchoveta

La anchoveta de la costa occidental no ha dado signos de recuperación. Los bajos niveles de captura señalan que se trata de una población deteriorada que requiere una estrategia de recuperación.



Golfo de California

Sardina monterrey

Los modelos anteriormente mencionados indican que la población de sardina monterrey del Golfo de California se encuentra en buenas condiciones y con potencial de desarrollo. Los tres indicadores fundamentales son: 1) capturas ascendentes desde 1993, 2) tendencia creciente de la biomasa según el VPA y de la tasa anual de producción y, 3) abundancia de juveniles en cruceros de pesca de prospección.

En el caso del Golfo de California la tendencia creciente de las descargas podría modificarse debido a cambios temporales en la disponibilidad de sardina monterrey, como consecuencia de uno de los fenómenos de El Niño-Oscilación del Sur más fuertes del siglo. Ello implica una administración regional flexible, eficiente y en tiempo real, es decir, un manejo adaptativo (Walters, 1986), para determinar el cierre de la pesquería en zonas o meses de gran abundancia de sardina juvenil (que no ha desovado por primera vez) y en el máximo de la temporada de reproducción (que puede variar).

Dado que el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur que se presentará en 1997 es el más intenso del siglo, las capturas de sardina monterrey presentarán muy probablemente niveles menores que en años anteriores. Pero las capturas de sardina crinuda serán significativamente mayores.



Sardina crinuda

En el puerto de Mazatlán, el registro de las capturas indica que durante los años de El Niño-Oscilación Sur aumenta el volumen de captura de sardina crinuda. Por tanto, si continúa en proceso el calentamiento actual se prevé un incremento en la captura de la flota sardinera de Mazatlán de manera muy significativa.



Anchoveta

Aunque la anchoveta del Golfo de California registra incrementos de biomasa reproductora, por problemas de índole tecnológico no se captura regularmente y las capturas han disminuido con respecto al principio de los años noventa. Por tratarse de una población en crecimiento se considera que esta pesquería en el futuro podría constituir un potencial pesquero importante.



La anchoveta del Golfo podría, en el corto plazo, convertirse en una alternativa real para la industria pesquera del Golfo de California.

Los factores que condicionan su mínima explotación actual son de orden tecnológico y probablemente de mercado. Por un lado, se tiene que el procesamiento de la anchoveta en Sonora se dificulta por la carencia de sistemas adecuados. Por otro lado, en los barcos ocurre la rápida descomposición del producto, lo cual repercute negativamente en el procesamiento post-captura y en el precio final. Es factible que durante los próximos años se consolide un potencial moderado de anchoveta en el Golfo de California.

Mientras que la población de anchoveta del Golfo de California es una pesquería potencial; la de la costa occidental requiere de una estrategia de recuperación.

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Las fluctuaciones naturales en las poblaciones de peces pelágicos menores tienen implicaciones directas en la administración, particularmente en la toma de decisiones sobre el tamaño de la flota. La capacidad de procesamiento de peces pelágicos menores en Sonora es de 500,000 t/año de materia prima en peso vivo (Cisneros-Mata *et al.*, 1996c). Esta demanda estimula el crecimiento de la flota; el problema es que la capacidad industrial es mayor a la disponibilidad de la biomasa.

En un estudio de Cisneros-Mata *et al.* (1996c) donde se analiza la posibilidad de crecimiento de la flota, se concluyó que la capacidad de acarreo de los barcos activos en el Golfo de California es suficiente para capturar más de 375,000 t anuales. En consecuencia, no encontraron elementos para justificar un incremento en el tamaño de la flota. Además, la existencia de un mayor número de barcos entorpecería el establecimiento de medidas de regulación concertadas, como ocurre hoy en día.



PERSPECTIVAS

Las predicciones sobre la población a largo plazo necesarias para la toma de decisiones administrativas en el manejo del recurso son difíciles de determinar debido a las grandes variaciones de abundancia y

cos profundos. Recomiendan una u_t de la mitad del valor de la tasa natural de mortalidad.



Los estudios indican que el recurso, entendido como la totalidad de lo que se puede pescar de todas las especies de peces pelágicos menores, es del orden de 375,000 t anuales en peso vivo en el Golfo de California.



Se está explorando, además, la aplicación de programas de pesca basados en el tamaño de las existencias, medidas por lo menos anualmente mediante técnicas de hidroacústica. Como parte de la estrategia se prevé el desarrollo de modelos predictivos actualizados y calibrados con datos, tanto propios como independientes, de la pesquería, tal como cruceros, datos ambientales, estructura de edad, y reproducción.

Sin embargo, las grandes variaciones de abundancia y disponibilidad a las que están sujetas las poblaciones (sobretudo cuando se tiene un evento El Niño-Oscilación del Sur presente de gran magnitud) hacen difícil predecir el nivel de biomasa a largo plazo. Walters y Parma (1996) demostraron que una tasa fija de aprovechamiento (u_t) como medida de administración es efectiva para enfrentar problemas en el manejo de pesquerías sujetas a cambios climáti-

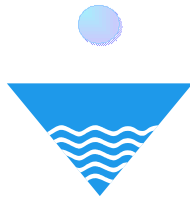
En el caso de los peces pelágicos menores se recomendaría una u_t de aproximadamente el 20% de la biomasa aprovechable. Esa tasa se puede cambiar de acuerdo con un manejo adaptativo (Walters, 1986).



El crecimiento poblacional de la sardina se relaciona con la edad de primera reproducción. Esto es importante para el manejo, pues indica que la talla legal de primera captura podría variar. En años en que la edad de primera reproducción disminuye, se esperaría una reducción del impacto de la captura de sardina pequeña, siempre que se permita la reproducción antes de la captura.

El crecimiento poblacional de la sardina se relaciona con la edad de primera reproducción.

García y Sánchez (1996, 1997) señalan la posibilidad de aumentar los rendimientos de sardina monterrey, siempre y cuando se mantenga la talla de 160 mm de longitud patrón y una tasa de mortalidad por pesca (F) de 1.49/año. Para la macarela recomiendan una talla de captura de 315 mm y una F de 1.78/año. Sin embargo, el sector productivo ha manifestado su interés para que se permita obtener una proporción de captura por debajo de la talla mínima legal, lo cual deberá ser evaluado.



La talla de aprovechamiento actual de anchoveta es 115 mm, pero es preferible evitar la captura de individuos menores a 100 mm y una captura máxima de 25,500 t. Se recomienda que el incremento en el número de viajes no rebase el 10% para sardina y 7% de macarela.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

La colaboración interinstitucional entre la CANAINPES, UNAM y el INP se ha concretado en la realización de cruceros de evaluación hidroacústica y de prospección.

Se deberán continuar los cruceros de evaluación por métodos hidroacústicos en colaboración con estos sectores, que ya han mostrado su disposición para cooperar.



Para lograr un manejo adecuado de los recursos, se propone integrar Comités Locales de Pesca Responsable entre el sector productivo, sector administrativo e INP.

El sector productivo de Guaymas ha propuesto establecer programas de mercado de sardinas en el Golfo de California. Lo anterior, mediante convenios entre el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), INP y el sector productivo.

Por su carácter migratorio, la población de sardina monterrey de la costa occidental se localiza en aguas costeras tanto de E.U. y México. Esta situación señala la posibilidad de una discusión conjunta de planes de investigación entre ambos países.



Para ello, convenios de investigación en áreas específicas, como el MEXUS-PACIFICO, han resultado de gran provecho para ambas partes.



REFERENCIAS

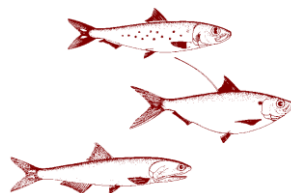
- Arenas, F.P., R.J. Hunter & L.D. Jacobson. 1996. The 1994 México-U.S. spawning biomass survey for Pacific sardine (*Sardinops sagax*) and the 1995 CalCOFI Sardine Symposium. CalCOFI Rep. 37: 129-133.
- Bakun, A. & R. H. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CalCOFI Rep. 23: 99-112.
- Cadet, H. H. & L. Berner. 1959. Food of the Pacific Sardine (*Sardinops caerulea*). Fishery Bulletin 164 (60): 171-183.
- 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., G.J. Estrada, J.P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota y S.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).
- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, & 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 & 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-Carrazco y M.A. Martínez-Zavala. 1997. 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).
- Cotero-Altamirano, C. E. y Y.A. Green-Ruiz. 1997. Biomasa desovante de anchoveta (*Engraulis mordax*) en el Golfo de California. CalCOFI Rep. 38 (inédito).
- Deriso, R.B., T.J. Quinn, & P.R. Neal. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 815-824.
- Deriso, R.B. J.T. Barnes, L.D. Jacobson & P. Arenas. 1996. Catch-at-age analysis for Pacific sardine (*Sardinops sagax*), 1983-1995. CalCOFI Rep. 37: 175-187.
- Félix-Uraga, R., R.M. Alvarado-Castillo & R. Carmona-Piña. 1996. The sardine fishery along the western coast of Baja California, 1981 to 1994. CalCOFI Rep. 37: 188-192.
- 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 Pesca (inédito).

- 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).
- 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).
- 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).
- Hammann, M.G. & 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.
- Hargreaves, N.B., D.M. Ware, D.M. 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.
- 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.
- Kawasky, 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.
- Lluch-Belda, D., B.F.J. Magallón & 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 & 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 & R.A. Schwartzlose. 1991. A hypothetical model for the fluctuation of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*). In: 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 y F. Páez B. 1995. Atlas Pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca/Instituto Nacional de la Pesca/Universidad de Colima (Cenedic).
- MacCall, A. D. 1978. A note on production modeling of populations with discontinuous reproduction. Cal. Fish and Game 64: 225-227.
- MacCall, A. D. 1979. Population estimates for the waning years of the Pacific sardine fishery. CalCOFI Rep. 20: 72-82.
- Macewicz, B.J., J.J. Castro-González, C.E. Coto-Altamirano & J.R. Hunter. 1996. Adult reproductive parameters of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) during 1994. CalCOFI Rep. 37: 140-151.
- Martínez-Zavala, M. A. (1997). Análisis del reclutamiento de sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus* en el Golfo de California. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).
- Molina-Valdéz, D., B.F. Magallón, A.C. Castro y 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 (documento interno no publicado).
- 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. Evaluación de modelos analíticos para determinar el rendimiento de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California: el uso de información auxiliar. Oceanides (en prensa).
- SEPESCA. 1994. Normas oficiales mexicanas del sector pesca. SEPESCA, México.
- SEPESCA. 1987-1993. Anuarios Estadístico de Pesca. México.
- SEMARNAP. 1994-1993. Anuarios Estadístico de Pesca. México.
- Shannon, L.V., M.R.J. Crawford, G.B. Brundit & 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 y R. Rodríguez-Sánchez. 1986. Ciclo reproductor de *Sardinops sagax* (sardina monterrey) en el Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR 3: 52-68.
- Walters, C.J. 1986. Adaptive Management of Renewable Resources. Macmillan Publishing Co. New York.
- Walters, C. & A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 148-158.
- Wolf, P. 1992. Recovery of the Pacific sardine and the California sardine fishery. CalCOFI Rep. 33: 76-86.



tiburón

martillo

cornuda

tiburón

coyotito

tiburón

tiburón

zorro

cazón

toro

bironche

chato

tiburón

aleta de cartón

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE TIBURÓN EN EL PACÍFICO

ESPECIE: Tiburón zorro (*Alopias pelagicus*, *A. superciliosus*, *A. vulpinus*), tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), tiburón aleta de cartón (*C.falciformis*), tiburón puntas negras (*C.limbatus*), cornuda (*Sphyrna lewini*).

- Máximas capturas coincidentes con áreas y épocas de reproducción, particularmente en el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec donde bahías, lagunas y ensenadas son importantes centros de alumbramiento y crianza.
- La flota pesquera presenta una gran movilidad a lo largo de toda la costa del Pacífico mexicano.
- Pesquería sostenida por organismos inmaduros en su mayoría.
- Carencia de estudios sobre la pesquería de tiburón en el Golfo de California.
- El comercio de aletas de tiburón está prohibido.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 18,031 toneladas (total Pacífico): 41% respecto al máximo histórico (1981).
- Captura 1998: Probable disminución de las capturas.

EFFECTOS ENSO 97-98

- El recurso se aleja de la costa en busca de alimento.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Modelo demográfico.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo por número de permisos.

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

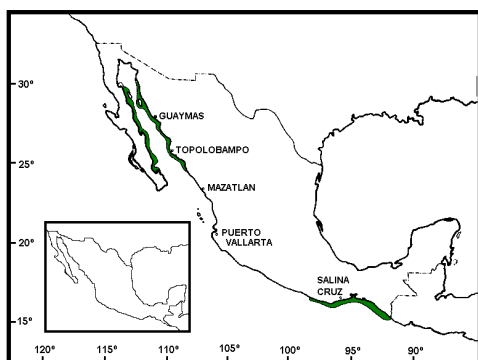
- No incrementar el esfuerzo pesquero, proteger áreas de crianza.

Response	Percentage
Yes	75%
No	25%

Alopias spp.
Carcharhinus spp.
Mustelus spp.
Rhizoprionodon longurio
Sphyma sp.

LA PESQUERÍA

La captura de tiburones en aguas mexicanas es principalmente una pesquería tropical, artesanal y multispecífica, que opera de acuerdo a la abundancia estacional de aproximadamente 40 especies de importancia comercial (Castillo, 1992).



Esta pesquería representa para el país valiosas fuentes de alimento y de empleo para las comunidades ribereñas de ambos litorales.

La mayor parte de la producción de tiburón y de cazón se destina al consumo humano directo, destacando la comercialización de su carne y de sus aletas como los principales derivados.

Hasta noviembre de 1997 la producción nacional de tiburón y cazón era de 29,406 t (peso vivo) lo que representó el 2.16% de la producción pesquera nacional, con un consumo *per cápita* estimado de 0.31 kg anual (cifras preliminares de la SEMARNAP).



El valor de la producción de tiburón-cazón (producción de peso desembarcado 29,147 t) fue de \$165,069,000.00 M.N., siendo el 2.2% del valor total de la producción pesquera nacional en 1996 (SEMARNAP, 1997a). Según el Anuario Estadístico de Pesca de la FAO (1994), México ocupa el sexto lugar en la captura de tiburones a nivel mundial.

En 1996, la captura de tiburón-cazón, representó el 2.16 % del valor total de la producción pesquera a nivel nacional (29,145 t).

Los tiburones de importancia comer-

cial que se capturan en aguas nacionales pertenecen en su gran mayoría a los órdenes Carcharhiniformes y Lamniformes (Compagno, 1984; 1988 y 1990), siendo las familias más importantes: Carcharhinidae (tiburones grises), Sphyrnidae (tiburones martillo), Triakidae (tiburones mamones) y Alopiidae (tiburones coludos o zorros).

Los tiburones grises y martillos son capturados principalmente en aguas costeras por las embarcaciones menores tipo lancha o "panga". En el Pacífico mexicano la captura de tiburones, tanto ribereña como de mediana altura, está sostenida por la captura estacional de alrededor de 15 especies (Tabla 1). Una de las especies de tiburones más importante en la captura artesanal del Pacífico mexicano es el tiburón aleta de cartón, *Carcharhinus falciformis* (Fig. 1).

Dada la diversidad de tiburones que habitan en aguas de México la composición específica de las capturas varía según la región y estación del año, puesto que la gran mayoría de las especies grandes de tiburones

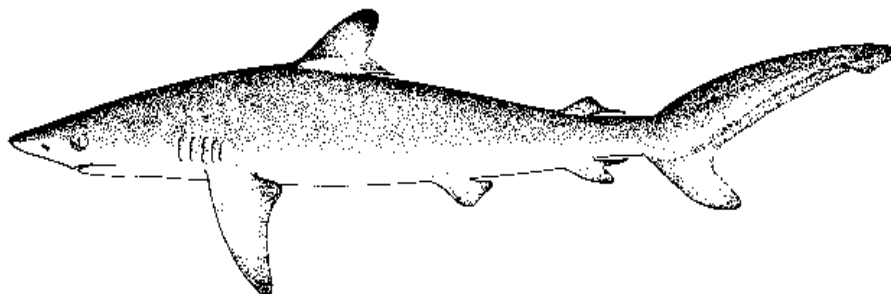


Fig. 1. Tiburón aleta de cartón, *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839). Dibujo tomado de Castro, 1983.

presentan un comportamiento migratorio estacional muy marcado, particularmente en las aguas del Pacífico mexicano.

Los primeros informes con que se cuenta sobre la pesquería de tiburón en México datan de fines del siglo pasado (1890-1900), cuando se llevaron a cabo las primeras exportaciones de aletas de tiburón hacia el mercado oriental. Dichas exportaciones fueron realizadas desde la ciudad de La Paz, Baja California Sur (Hernández, 1971).

Posteriormente en junio de 1939 se efectuó la primera exportación de hígados de tiburón de Guaymas, Sonora, a Los Angeles, California, en los Estados Unidos.

Los primeros registros de la pesquería de tiburón datan del siglo XIX. Los productos obtenidos en ese periodo eran exportados desde B.C.S. y Sonora al mercado internacional.

En 1942 en la zona del noroeste de México se obtuvieron 1,087 t de hígado de tiburón que se exportaron a Estados Unidos. Según Hernández (1971) a partir de esa demanda de hígados, destinada fundamentalmente para obtener fuentes naturales de vitamina A durante la Segunda Guerra Mundial, varios industriales mexicanos establecieron las primeras

Tabla 1. Lista de las especies de tiburones capturadas por la flota artesanal y de mediana altura en las aguas costeras del Pacífico mexicano, incluyendo el Golfo de California

Nombre científico	Nombres comunes
1. <i>Alopias pelagicus</i>	Zorro, coludo, perro, judío azul.
2. <i>Alopias superciliosus</i>	Zorro, coludo, perro, ojón, grillo, judío.
3. <i>Alopias vulpinus</i>	Zorro, coludo, perro, judío pinto.
4. <i>Carcharhinus falciformis</i>	Aleta de cartón, sedoso, piloto, tunero.
5. <i>Carcharhinus leucas</i>	Toro, chato.
6. <i>Carcharhinus limbatus</i>	Sardinero, puntas negras, volador.
7. <i>Carcharhinus obscurus</i>	Gambuso, prieto, zarco.
8. <i>Mustelus californicus</i>	Mamón, cristalino.
9. <i>Mustelus henlei</i>	Mamón, cristalino.
10. <i>Mustelus lunulatus</i>	Mamón, cristalino.
11. <i>Nasolamia velox</i>	Coyotito, punta blanca, hocico blanco.
12. <i>Rhizoprionodon longurio</i>	Bironche, platanillo.
13. <i>Sphyrna lewini</i>	Martillo, cornuda barrosa, chicotera.
14. <i>Sphyrna zygaena</i>	Cornuda, martillo, chicotera.
15. <i>Sphyrna mokarran</i>	Martillo grande, cornuda gigante, arqueda.

plantas procesadoras de tiburón en

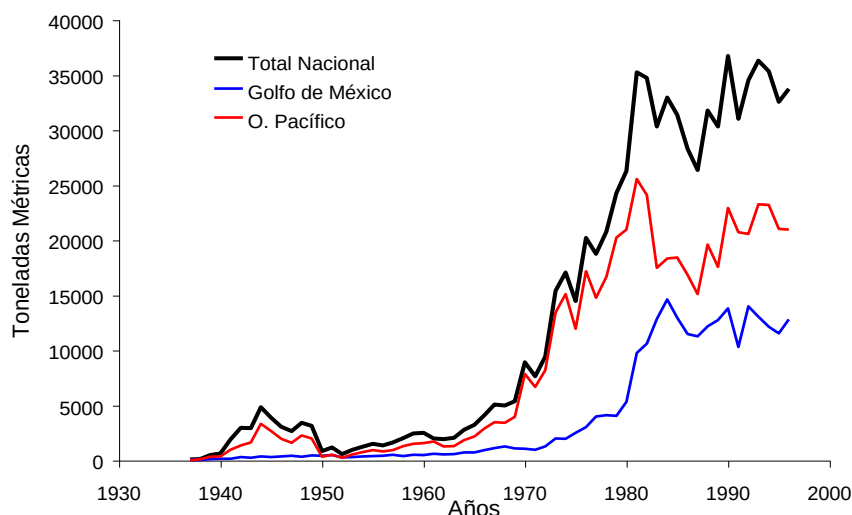


Fig. 2. Producción histórica de tiburón en México y por litorales del periodo 1937-1996. Fuentes: Hernández, 1971; Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Pesca; Anuarios Estadísticos de la SEMARNAP.

Guaymas, Son., Mazatlán, Sin. y en San Blas, Nay. En esa época la pesca de tiburón llegó a su máximo auge. En 1944 se registró la primer cifra récord de captura de tiburones en el país con 4,833 t, gracias a la enorme demanda internacional de fuentes de vitamina A (Fig. 2).

Las primeras plantas procesadoras de tiburón en el Pacífico mexicano, se establecieron en Sonora, Sinaloa y Nayarit.

Con la fabricación sintética de la vitamina A con un costo menor, en 1949 se desplomó la demanda

internacional de hígado de tiburón, lo que provocó una disminución considerable de las capturas, no sólo en México, sino en todo el mundo. Para 1950 la producción de tiburón en nuestro país no superaba las 1,000 t, la cual era aprovechada en su totalidad en el mercado doméstico.

A partir de los años sesenta se inició un nuevo incremento en las capturas como consecuencia de un aumento en la demanda mundial de aletas y otros productos derivados de los tiburones. Este aumento paulatino en las capturas se consolidó en los años setenta al extenderse la demanda doméstica de carne de tiburón en estado fresco y seco-salado. La participación en esta etapa de las cooperativas de producción pesquera (sector social) permitieron acelerar el

desarrollo de la pesquería artesanal, lo cual se refleja en el incremento sostenido de las capturas en ambos litorales.



A partir de los años ochenta y los noventa la participación del sector social se ha ido reduciendo, y actualmente el sector privado es el más importante en esta pesquería.

BIOLOGÍA

Algunos de los aspectos biológicos más importantes de estos tiburones son:

- **Tallas máximas**, dependiendo de la especie, de 1-4 m de longitud total.
- **Dimorfismo sexual**, las hembras son generalmente más que los machos, con un peso total entre los 5 y 200 kg.
- **Lento crecimiento** en la mayoría de las especies.
- **Desarrollo prolongado**, las especies pequeñas llegan a madurar entre los 3 y 4 años, mientras que las especies grandes no maduran antes de los 10.
- **Reproducción**, básicamente vivípara y ovovivípara. Dependiendo de la especie, el número de crías es de 2 a 10,

siendo pocas las especies de esta pesquería que cuentan con más de 10 crías.

- Los tiburones de las familias Carcharhinidae (tiburones grises) y Sphyrnidae (tiburones martillos) presentan **ciclos reproductivos** de 1 a 2 años de duración, con periodos de gestación, alumbramiento, apareamiento y crianza bien definidos a través del año, principalmente durante primavera y verano en lagunas y bahías costeras
- **Dispersión y migración extensa**, Numerosas especies se segregan por sexo y talla, se observan marcados patrones de migración horizontal relacionados con los cambios de temperatura estacionales de los océanos, y realizan desplazamientos transfronterizos, como los observados comúnmente en aguas de México, Estados Unidos y Centroamérica; son tan abundantes estas migraciones que de abril a septiembre los pescadores de tiburón de Chiapas siguen a los tiburones hacia el norte del Golfo de California.
- **Longevidad prolongada**. En las especies pequeñas es de alrededor de 10 años y las grandes de 35 años aproximadamente (Castro, 1983; 1985; 1987 y 1993).



CAPTURA Y ESFUERZO

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
Tabla 2. Permisos de pesca de tiburón otorgados para el litoral del océano Pacífico durante 1992.

Entidad	Total			Empresas			Cooperativas			Particulares			Uniones		
	May ¹	Men ²	Lan ³	May	Men	Lan	May	Men	Lan	May	Men	Lan	May	Men	Lan
Total Nal.	237	979	8,503	48	19	98	95	165	4,781	94	693	2,824		102	467
Total Pacífico	138	556	4,838	39	12	90	62	97	2,772	37	377	1,509		70	467
B.C.N.	52	100	558	25	3	16	16	5	72	11	75	301		17	169
B.C.S.	40	120	937	2	6	34	28	22	570	10	88	310		4	23
Sonora	6	32	799	1			2	12	672	3	16	89			38
Sinaloa	28	90	1,344	8	1	30	11	18	1,008	9	70	296			10
Nayarit	1	43	125		2	10	1	6	34		34	78		1	3
Jalisco	1	10	98					7	85	1	1	3		2	10
Colima	5	18	157	1			1	5	31	3	13	126			
Michoacán		21	40					7	22		8	11		6	7
Guerrero		27	151					3	30		19	45		5	76
Oaxaca	2	41	142	2				8	52		14	27		19	63
Chiapas	3	54	487				3	4	196		39	223		11	68

May¹: Número de permisos otorgados para embarcaciones mayores (mayores a 10 t de peso bruto).

Men²: Número de permisos otorgados para embarcaciones menores (menores a 10 t de peso bruto).

Lan³: Número de embarcaciones menores con permiso para la pesca comercial de tiburones.

Fuente: Cuadro elaborado con base en los reportes semanales de las Delegaciones Federales como parte del sistema de información coyuntural, proporcionados por la Dir. Gral. de Informática y Registros Pesqueros. Subsecretaría de Pesca/Dir. Gral. de Administración de Pesquerías/Dir. de Sistemas y Normas, Mayo 1995.

Operaciones y equipos

De acuerdo con las principales características de las unidades de pesca, de los equipos y artes de pesca empleados en la captura de las diversas especies de tiburones se pueden identificar tres unidades de pesquería:

Pesca ribereña artesanal con embarcaciones menores.

Pesca costera en embarcaciones de mediana altura con procesos semi-mecanizados.

Pesca oceánica con embarcaciones de gran autonomía con artes y equipos de pesca mecanizados.

En 1992, se registraron 1,216 permisos de pesca comercial de tiburón para ambos litorales, de los cuales el 57% corresponde a las embarcaciones que operaban en el Pacífico, y de estos permisos el 20% es para embarcaciones mayores y el 80% para menores (Tabla 2).

Las embarcaciones menores tradicionalmente llamadas lanchas o pangas presentan esloras entre 7 y 10 m, manga (ancho mayor de la lancha) de 1 a 2.5 m, capacidad de captura de 1 a 2 t y autonomía de 1 a 3 días, con motores fuera de borda de diversa potencia, siendo el más común el de 75 CF.

Las embarcaciones de mediana altura poseen esloras superiores a los 10 m y motores estacionarios que les permiten una autonomía de 4 a 15 días. Estos dos tipos de embarcaciones operan a lo largo del litoral Pacífico, incluyendo el Golfo de California con embarcaciones menores, tipo pangas, y con algunos barcos escameros y camareros modificados para la pesca múltiple.

*La pesquería de tiburón
es multiespecífica y
abarca una gran
variedad de tallas y
estadios de desarrollo*

La captura se efectúa mediante redes escameras, tiburonerías, cazoneras, sierreras, tendales, chinchorros, etc., lo que implica el uso de diferentes tamaños de luz de malla; material y extensión, de igual manera se utilizan líneas y anzuelos (cimbras y palanques) con un variable número de anzuelos de diferentes tipos y tamaños.

Como consecuencia del uso de diferentes artes y zonas de pesca, la composición de la captura, además de ser multiespecífica, abarca una gran variedad de tallas y estadios de desarrollo, desde individuos recién nacidos, juveniles, adultos hasta hembras con embriones a punto de nacer.

Se considera que al menos el 50% de las capturas en el Golfo de Tehuantepec corresponden a individuos inmaduros para las diferentes especies (Castillo *et al.*, 1997).

Las mayores capturas de tiburones provienen de la pesca ribereña. Tradicionalmente esta actividad se realiza entre la línea de costa hasta poco más allá de las 30 millas náuticas, por lo que la mayoría de los tiburones capturados provienen de bahías, lagunas costeras, etc.



En México se desconoce el número total de embarcaciones menores y equipos de pesca que participan en la captura de este grupo de especies, por lo que no se cuentan con series históricas de esfuerzo, captura y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la pesquería artesanal de tiburones (CITES 1996).

Siendo una pesquería artesanal multiespecífica no se conoce el número de personas que participan en las diferentes fases de esta actividad.

Tradicionalmente los tiburones en México se clasifican en dos categorías: “cazón” y “tiburón”; la primera se refiere a los menores de 1.5 m y la segunda a los que exceden dicho tamaño.



Tendencias históricas

De 1976 a 1981 los volúmenes de captura anuales nacionales se incrementaron en casi 15,000 t (Fig. 2). Entre 1981 y 1995 la pesquería presentó a nivel nacional un comportamiento estable alrededor del promedio anual de 32,797 t, con un máximo de producción de 36,737 t en 1990.



En 1996, la producción total de tiburón fue 2.67 % mayor a la registrada en 1995, alcanzándose las 33,469 t.

En 1996 la producción total nacional fue de 33,469 t, 2.67% más que la registrada en 1995 (32,575 t).

Durante el período 1976-1996, el Pacífico aportó el 65.7% de las capturas totales nacionales. La máxima captura se observó en 1981 con

25,562 toneladas, mostrando en los últimos años una tendencia estable de 20,370 t en promedio. La producción de 1996 fue 0.3% menor con respecto al año anterior. La producción histórica de tiburón corresponde a la suma de las capturas de tiburón y cazón de cada año (Fig. 2).

En el Pacífico mexicano destacan principalmente dos zonas de pesca de tiburones: el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec.

Golfo de California

Esta región la constituyen las costas de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Norte de Nayarit. En el período 1976-1996 aportó el 42.9% de la producción total nacional de tiburón y el 65.3% del total producido por el litoral Pacífico.



La captura anual promedio de tiburones en el Golfo de California es de 12,643 t. La máxima en esta zona se registró en 1979, con 16,780 t.

En 1992 había 3,638 embarcaciones menores o lanchas con permiso para pesca de tiburón en esta zona, y 126 para embarcaciones mayores (Tabla 2). Un importante número de estas lanchas pescan en costa occidental de la península de Baja California.



Los artes de pesca más importantes son las redes agalleras, tanto de fondo como de deriva, con luz de malla entre 3.5 y 5 pulgadas y de 12 pulgadas para la pesca de tiburones grandes. También son utilizados palangres o cimbras con un número variable de anzuelos empleando como carnada peces, rayas, calamares, entre otros.

Con el uso de diversos tipos de redes agalleras y palangres para la captura de escama y tiburón, se pesca de manera incidental totoaba, tortugas marinas y picudos, entre otras especies.

Los pescadores del Mar de Cortés realizan sus operaciones principalmente en la franja costera de 10 a 20 km de distancia de la costa.



Destacan como importante caladero la región de las grandes islas ubicadas en el centro del Golfo de California.

Según Villavicencio (1996), alrededor de 40 especies son explotadas en ambos litorales de la península de Baja California, siendo las especies más importantes las que pertenecen a los géneros *Carcharhinus*, *Mustelus*, *Alopias*, *Sphyrna* y *Squatina* (Tabla 1).

Debido al uso indiscriminado de las redes agalleras de todo tipo, de deriva, de superficie, de fondo, etc., para la pesca de escama y tiburón, se observan capturas incidentales no cuantificadas de totoaba, tortugas, mamíferos marinos, peces de pico (picudos), etc., con excepción de la región del Alto Golfo.

En la pesca de camarón se captura un número indeterminado de especies de tiburones de talla pequeña. En 1996, 59 embarcaciones camaroneras contaron con permisos para las pesca de escama y tiburón, actividad que realizan durante la temporada de veda del camarón (SEMARNAP, 1997b).



En 1996, durante la veda de camarón, 59 embarcaciones camaroneras realizaron actividades de pesca de escama y tiburón

En la región sur del Golfo de California, que comprende las costas del sur de Sinaloa y Nayarit, los estudios recientes sobre la pesca ribereña de tiburones (1994-1996) realizados por el INP a través del CRIP de Mazatlán, han permitido determinar que las principales especies que sostienen ésta son el tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, y el cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, en Sinaloa, mientras que en las aguas de Nayarit

(1994-1995) son el tiburón aleta de cartón, *Carcharhinus falciformis* (60.81%) y la cornuda prieta, *S. zygaena* (19.16%) (Corro, 1997).

De *Sphyrna lewini* la explotación comprende individuos de diferentes estadios de su ciclo de vida. Los adultos y juveniles tempranos son capturados entre los meses de noviembre a mayo; mientras que de mayo a septiembre se capturan recién nacidos. En la composición de las capturas de Sinaloa durante 1994, 1995 y 1996 esta especie fue el 80.3, 52.54 y 85.68%, respectivamente. *Rhizoprionodon longurio* exhibe un marcado patrón de abundancia estacional de noviembre a mayo, donde aproximadamente el 95% de las capturas está compuesta por adultos, y las hembras preñadas y hembras que han parido constituyen alrededor del 50% de los desembarques. En Sinaloa en 1995, esta especie representó el 28.56% de las capturas. (Corro *op. cit.*)

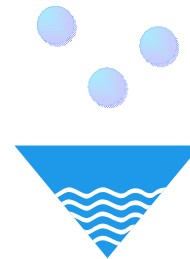
En las capturas de *Sphyrna zygaena* el 76% de las hembras capturadas presentaron tallas por debajo de la longitud de primera madurez sexual, mientras que en *Prionace glauca* el 55% de los machos sobrepasaron la talla de madurez (Corro *op. cit.*).

Se detectaron áreas de crianza de *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus leucas* en la región del sur de Sinaloa (Corro *op. cit.*).



Golfo de Tehuantepec (Chiapas)

La pesca de tiburón en Chiapas hasta 1980 era una actividad poco desarrollada en la que la producción anual no sobrepasaba las 300 toneladas. Para 1981 la pesca artesanal adquirió mayores dimensiones convirtiéndose, durante el período de 10 años, en el primer estado productor de tiburón en el país con un promedio anual de 2,796 t (1976-1995).



En 1996 se registró una captura de tiburón-cazón de 3,380 t, la más alta registrada por estado en dicho año, ya que aportó el 16.1% de la producción del Pacífico. La pesca artesanal de tiburón en Chiapas es una valiosa fuente de empleo, alimento y divisas, y constituye un importante motor en el desarrollo de la economía del estado. La mayor parte de la producción de tiburón se desembarca en Puerto Madero, Chis., la cual es enviada a la Ciudad de México.

El total de las capturas de tiburones desembarcadas en Puerto Madero, Chis., provienen de pesca de embarcaciones menores.

La pesca artesanal de tiburón en Chiapas, se ha constituido como un elemento importante en el desarrollo de la economía del Estado.



La pesca de tiburones se realiza principalmente con redes agalleras de superficie hechas de nylon con una luz de malla de 250 y 300 mm (25 y 30 cm/10 pulgadas), aunque se emplean también redes con aberturas más pequeñas que se utilizan para la pesca de escama. Generalmente los tramos de estas redes son de 200 metros de longitud. Las lanchas por lo general llevan de dos a tres tramos por viaje de pesca.



Los principales caladeros se encuentran dentro de la franja costera que comprende las primeras 20 millas náuticas (mn) a partir de la línea de costa. En algunas ocasiones las lanchas tiburonerías se alejan hasta las 40 mn a fin de capturar ejemplares más grandes. Por lo general los viajes de pesca duran un día y medio, entre navegación y pesca efectiva.

En 1995 se reportan 300 lanchas, de las cuales 261 poseen permisos vigentes (1995-1996) para la pesca comercial de tiburón y escama, y 39

lanchas sólo con permisos de escama (Anónimo, 1995).

Como parte del proyecto de investigación “Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de Tiburón de Puerto Madero, Chiapas”, se realizó durante junio de 1996 un censo de embarcaciones tiburonerías y escameras que operaban en Puerto Madero, Chiapas. De este censo se obtuvo un total de 205 lanchas pertenecientes a 18 permisionarios, de las cuales operaban normalmente 181.

De las operaciones de pesca de tiburón que se monitorearon de junio a diciembre de 1996 se obtuvieron datos de 5,734 tiburones procedentes de 228 embarcaciones y de 339 viajes de pesca.



De este total de tiburones se han identificado 13 especies de tiburones, pertenecientes a dos órdenes, cinco familias y siete géneros. Del total de los tiburones sujetos a muestreo el 59.7% perteneció al tiburón aleta de cartón, *Carcharhinus falciformis*; el 35.7% al tiburón martillo, *Sphyrna lewini*; el 1.6% al tiburón coyotito, *Nasolamia velox* y el 1.5% al tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* (Castillo *et al.*, 1997).

Los resultados de este primer periodo de estudio indican que esta pesquería, en la que se capturan tanto especies costeras como algunas de hábitos pelágicos, está sostenida funda-

mentalmente por la pesca de individuos inmaduros, es decir, neonatos y juveniles. Durante este periodo se observó un pequeño número de 27 hembras grávidas, la mayoría de ellas capturadas en diciembre de 1996.



La pesca artesanal de escama y de tiburón en el Pacífico, están fuertemente interrelacionadas debido a que emplean los mismos artes y equipos de pesca, zonas de operación e incluso temporadas de captura.

Furlong y Barragán (1997) determinaron que la flota de embarcaciones menores que opera en los alrededores de la Islas Marías, captura incidentalmente pez vela (*Istiophorus platypterus*), marlin (*Tetrapturus sp.*), Dorado (*Coryphaena hippurus*) y diversas especies de túnidos (*Thunnus sp.*), que constituye el 10% de la captura total.



τ Interacción con otras pesquerías

La pesca artesanal de tiburones grandes y pequeños está íntimamente relacionada con la pesca artesanal de escama, ya que ambas se llevan a cabo con las mismas embarcaciones y en algunos casos con los mismos artes de pesca. Generalmente las diferencias entre ellas es la temporada de pesca y la zona de pesca (Bonfil *et al.*, 1990).

τ Pesca incidental

No se ha cuantificado la pesca incidental en estas dos pesquerías. La fuente de captura incidental de tiburones costeros es la que se produce durante los arrastres de pesca de camarón y en las embarcaciones es-cameras de mediana altura.

En 1995, 88 embarcaciones camaroneras contaban con permiso para pesca de escama por arrastre. En dichas operaciones de pesca se captura de forma incidental una proporción no cuantificada de pequeños tiburones.



Durante la veda de camarón en el litoral del Pacífico algunas embarcaciones camaroneras se dedican a la pesca de tiburones, en la costa occidental de la península de Baja California, dentro del Golfo de California, así como en el Golfo de Tehuantepec, en donde sólo tres embarcaciones camaroneras cuentan con permiso para la pesca alternativa de escama y tiburón durante la temporada de veda del crustáceo.



Ejemplo de ello es que durante los años 1992-1994 el barco camaronero “Bahía de los Angeles VII”, con sede en Ensenada, B.C.; capturó un total de 20,447 tiburones, lo que representó el 98.8% del total de la captura en número, incluyendo atunes, picudos, dorados y otras especies. La mayor parte de los tiburones pescados fueron azules, *Prionace glauca*, especie de hábitos oceánicos y poco común en las capturas ribereñas.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Más del 90% de la producción nacional de tiburón y cazón es utilizada como alimento para consumo humano directo en diferentes presentaciones, como fresco, congelado y seco-salado, productos que son de

los más accesibles para las clases populares de bajos recursos de nuestro país.



El principal punto de acopio y comercialización de tiburón se encuentra en la Cd. de México, en la llamada “Nueva Central de Abastos y Mariscos”, en donde llega la mayor parte de la producción de todo el país.

El 90 % de la producción de cazón y tiburón, se utiliza como alimento de consumo humano directo en distintas presentaciones.

Tabla 3. Volumen y valor de las exportaciones de aletas y pieles de tiburón (Toneladas y valor en miles de dólares).

Años	Aletas		Pieles		Tiburón	
	Vol.	Val.	Vol.	Val.	Vol.	Val.
1981					14	12,500
1982**	181	171,014	< 1	471	9	86
1983			27*	757		774
1986	155	1,313	N.S.	1	18	360
1987	190	2,476	2	29	13	
1988	138	2,056	1	10	13	
1989			30*	2,224		
1990			42*	1,451		
1991			69*	3,399		
1992			61*	2,862		
1993			3*	120		
1994			2*	106		
1995***			13*	121		

*** El volumen de la producción de pieles es de enero-octubre.
** Valor en miles de pesos.
* No se especifica el origen de las pieles (a que grupo de animales corresponden: tiburones, peces, tortugas, etc.), en los Anuarios Estadísticos de Pesca.
N.S.= No significativo
Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca, Enero 1996.

Los productos del tiburón que se exportan de México son fundamentalmente dos: aletas y pieles. Las aletas son la parte más valiosa del tiburón, ya que la gran demanda en el mercado oriental de Hong Kong y Singapur ha permitido que los precios por estas alcancen hasta los 100.00 USD por kilogramo de aleta de primera.

En nuestro país existe una gran demanda de aletas para exportación, aunque los Anuarios Estadísticos de Pesca en este periodo analizado sólo reportan valores para cuatro años: 1982, con 181 t; 1986 con 155 t; 1987 con 190 t y 1988 con 138 t, esta última con una valor de 2'056,000.00 USD (Tabla 3.).

En el caso de la piel, que cuenta con un mercado internacional tanto en los Estados Unidos como en algunos países de Europa, México exporta un número indeterminado de piezas, provenientes principalmente de estados como Yucatán, Sonora y Chiapas.



MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

En marzo de 1993 se estableció una moratoria en el otorgamiento de nuevos permisos de pesca comercial de tiburón en ambos litorales, con el objetivo principal no incrementar el esfuerzo pesquero, mientras no se cuente con un plan de manejo y ordenación para esta pesquería. Esta moratoria ha permitido la renovación continua de los permisos de pesca de tiburón vigentes hasta 1993, por lo que se considera que el esfuerzo pesquero en el periodo 1993-1997 no ha tenido un incremento significativo.



Dentro del Programa de Normalización de Pesca Responsable de la Subsecretaría de Pesca de la SEMARNAP se tiene previsto para 1998 la elaboración de la **Norma Oficial Mexicana para la Regulación de la Pesca del Tiburón** que será el instrumento jurídico que norme el aprovechamiento racional de este recurso.



ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

A pesar de la importancia comercial que representa el Golfo de California para la pesca de tiburón, pocos han sido los estudios sobre ella. De estos destacan los trabajos realizados por Hernández (1965 y 1971), Castro-Aguirre (1967; 1967b y 1978), y Kato y Hernández (1967), los cuales tenían como objetivo identificar a las principales especies de tiburones que habitaban en las costas del Pacífico mexicano.

La importancia comercial del tiburón en el Golfo de California es muy elevada, sin embargo son limitados los estudios sobre esta pesquería.

Recientemente, Villavicencio ha publicado una serie de artículos científicos sobre el ciclo de vida de algunas especies de elasmobranchios, principalmente rayas, incluyendo también algunas especies de tiburones (Villavicencio y Abitia 1964; Villavicencio 1996a; Villavicencio 1996b; Villavicencio, Downton y Mariano 1996).



El Instituto Nacional de la Pesca desde 1981 ha venido realizando estudios biológico-pesqueros sobre este recurso en los principales puertos y campamentos pesqueros de ambos litorales, con la finalidad de

conocer las fluctuaciones estacionales en la abundancia y distribución de las principales especies de tiburones que sostienen a esta pesquería.

Como parte de las actividades de investigación que realiza el INP, se implementó en 1996 un proyecto científico sobre la pesquería artesanal de tiburón en Chiapas.

El INP elaboró e implementó en junio de 1996 el Proyecto de Investigación Científica “*Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de Tiburón de Puerto Madero, Chiapas*”, con el objeto de evaluar el estado actual de las poblaciones de tiburones que son explotadas comercialmente en las aguas del Golfo de Tehuantepec, para definir y plantear las acciones que permitan la ordenación, regulación y manejo de su pesquería en forma racional (sustentable), a fin de proteger y conservar las valiosas fuentes de alimento y empleo que genera su aprovechamiento pesquero.

La falta de series de tiempo de captura y esfuerzo no permiten realizar análisis cuantitativo sobre las poblaciones que se explotan en esta región. Para suplir esta falta de información se lleva a cabo actualmente un intenso monitoreo de las capturas y viajes de pesca de la flota tibur-

nera artesanal de Puerto Madero, Chiapas y en la región sur de Sonora, que incluye la región de las grandes islas en el Golfo de California.

Estos monitoreos permitirán estimar a mediano plazo el esfuerzo pesquero que se aplica a este recurso en dichas regiones, así como determinar algunos índices de abundancia relativa para las principales especies que sostienen estas pesquerías.



τ Modelo

Los modelos demográficos basados en tablas de vida (calendarios de sobrevivencia y fecundidad) han representado una herramienta adecuada para conocer el grado de vulnerabilidad de las poblaciones de tiburones ante intensos y prolongados regímenes de pesca (Jones y Geen 1977; Hoenig y Gruber 1990; Hoff 1990; Cailliet 1992; Cailliet *et al.* 1992; Cortés 1995; y Cortés y Parsons 1996).



Conociendo los parámetros poblacionales como: tasa neta reproductiva (R_0), tiempo generacional (G), y la tasa neta de incremento poblacional (r) es factible estimar la sensibilidad de respuesta de estas poblaciones a diferentes niveles de explotación.



Para el desarrollo de estos modelos demográficos es necesario contar con la mejor información biológica disponible de la especie en cuestión (*tasas de edad y crecimiento, longevidad y potencial reproductivo*; entre otros) (Cortés, 1995).

Este enfoque está siendo desarrollado y aplicado a las principales especies de tiburones que se explotan en el Golfo de México (Márquez y Castillo, 1996a; Márquez y Castillo, 1996b) y se emplearán para las especies del Pacífico, una vez que se cuente con la información básica necesaria a través de los proyectos de investigación de Puerto Madero, Chis. y de Guaymas, Sonora.

Para el desarrollo de modelos demográficos se requiere contar con toda la información biológica disponible, p. ej. tasas de edad y crecimiento, longevidad, potencial reproductivo.

τ Estado actual de la pesquería artesanal de tiburón en el Pacífico.

No es posible definir el estado actual de las poblaciones de las principales especies de tiburones que sostienen las capturas de estas pesquerías de forma cuantitativa hasta no contar con la información necesaria y la

Norma Oficial Mexicana para la Regulación de la Pesca del Tiburón.



Sin embargo, dada la fragilidad corroborada de las poblaciones de tiburones a intensos y prolongados regímenes de pesca (Ripley, 1946; Olsen, 1959; Anderson, 1990; Cailliet *et al.*, 1993; y Walker, 1993), y que las principales capturas están sostenidas por tiburones inmaduros (neonatos y juveniles tempranos y en proceso de maduración sexual) (Castillo *et al.*, 1997; Corro, 1997) no es recomendable incrementar los niveles de esfuerzo sobre estas poblaciones.

Es prioritaria la elaboración e implementación de la NOM para la Regulación de la Pesca de Tiburón.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Para la evaluación poblacional y el manejo de las poblaciones de tiburones explotadas se requiere del monitoreo de la captura, la composición

de la misma y del esfuerzo de pesca; del desarrollo de modelos que incorporen las peculiaridades de la biología reproductiva, sobrevivencia, los patrones complejos de distribución y migración y las características de selectividad de las redes y palangres utilizados en las capturas de tiburones y de la determinación de puntos de referencia biológicos para las diferentes especies de tiburones.

Los niveles de producción del tiburón deberán estar limitados por la capacidad reproductiva de las especies, lo anterior a fin de explotar a este recurso de manera sustentable.

Los tiburones pueden ser explotados de forma sustentable, aunque los niveles de producción deberán ser limitados por la capacidad reproductiva de las especies objetivo.

Por tal motivo, es fundamental conocer el potencial reproductivo de las principales especies que se capturan en aguas del Pacífico mexicano; ubicar las principales áreas de crianza de tiburones de importancia comercial; determinar los periodos de apareamiento y alumbramiento de las principales especies; conocer los periodos de residencia en las áreas de crianza de los individuos neonatos y evaluar el impacto de la pesca ribe-

reña (mortalidad por pesca) en los individuos de estadios tempranos e inmaduros (Walker, 1996).

La carencia de series históricas de información sobre capturas y esfuerzo y el desconocimiento actual del esfuerzo pesquero aplicado en esta pesquería, hace 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 estas por especie, mediante el establecimiento de una bitácora de pesca artesanal.
- 3) Mantener el esfuerzo pesquero de la pesquería en su nivel actual, hasta contar con un plan de regulación y manejo de estas pesquerías. Es preferible no pescar de más, que poner en riesgo al recurso. Este principio se conoce como el enfoque precautorio de la FAO (1995) para una pesca responsable.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Desde 1995 el INP ha iniciado una estrategia de cooperación en materia de investigación pesquera y biológica sobre tiburones con instituciones como el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California Sur y la Unidad en Ciencia y Tecnología del Mar de la Secretaría de Educación Pública (UECyTM).



Actualmente se llevan a cabo dos proyectos de investigación científica con la UECyTM, el primero 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 de Puerto Madero, Chiapas y el segundo llamado *“Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de Tiburones del Golfo de California”* con la participación del Instituto Tecnológico del Mar de Guaymas y el CETMAR de Yávaros, ambos en Sonora. Este último comenzó actividades de monitoreo de las capturas en mayo de 1997. Para marzo de 1998 esta cooperación con la UECyTM se extenderá a otras regiones como la costa central del Pacífico (Nayarit, Jalisco y Colima), y el resto del Golfo de California.



Los tiburones grandes, costeros y oceánicos, realizan extensos movimientos migratorios que abarcan de Estados Unidos a Centroamérica. Esto implica que para poder entender la dinámica poblacional de estas especies es necesario reunir y conocer la información pesquera y biológica en todo el ámbito geográfico en que se distribuyen.



Con ese objetivo el INP estableció en 1996 de forma conjunta con el Centro del Sudoeste de Ciencias Pesqueras de la Jolla del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los Estados Unidos (SWFCS del NMFS) el Grupo de Trabajo sobre Tiburones dentro del contexto del marco de cooperación entre ambas naciones en materia de investigación pesquera denominado MEXUS-PACIFICO.



Desde julio de 1996 se participa en cruceros de investigación conjunta INP-NMFS con el objetivo de determinar los índices de abundancia de tiburones oceánicos en aguas costeras adyacentes a la frontera de México y Estados Unidos.



Recientemente se estableció un Convenio de Colaboración Bilateral con Guatemala en materia de cooperación pesquera, el cual ha permitido establecer un programa conjunto, que

inició en octubre de 1996 con la capacitación de investigadores y técnicos guatemaltecos en materia de investigación pesquera de elasmobranchios (tiburones y rayas). 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 extenderá a otros países centroamericanos como El Salvador y Costa Rica, permitiendo tener una visión regional de la pesca de tiburones en Centroamérica.



REFERENCIAS

- Anónimo. 1994. Evaluación preliminar de la pesquería del tiburón y su regulación en Baja California. Delegación Federal de Pesca en B.C. Depto. de Administración de Pesq. SEPESCA (inédito).
- Anónimo. 1995. Análisis, problemática financiera y alternativas de la pesquería del tiburón y la escama en la costa de Chiapas. Oficina Federal de Pesca de la SEMARNAP en Pto. Madero, Chiapas (inédito).
- Anderson, E.D. 1990. Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. *In*: 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: 473-484.
- Castillo, G.J.L. 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México. Secretaría de Pesca. México. 72 pp.
- Castillo, G.J.L., J.F. Márquez F., A. Cid del Prado V., S.R. Soriano V. y S.C. Ramírez. 1997. Descripción, evaluación y manejo de la

pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Castro-Aguirre, J.L. 1967a. Aprovechamiento de tiburones y rayas de México, Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. Trabajos de divulgación 96 (10): 1-10.
- Castro-Aguirre, J.L. 1967b. Contribución al estudio de los tiburones de México. Tesis Profesional. ENCB. IPN, México.
- Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces que penetran a aguas continentales de México. Con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Serie Científica del INP 19: 1-296.
- Castro, J.I. 1983. The sharks of north american waters. Texas A & M. University Press, College Station, Texas. 180 pp.
- Castro, J.I. 1987. The position of sharks in marine biological communities. *In*: Cook, S. (ed.) Sharks, an Inquiry into biological Behavior, Fisheries and Use. Oregon State University Extension Service, Corvallis. pp. 11-17.
- Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environ. Biol. Fish.* 38: 37-48.
- 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. Bedford & 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: 1313-1330.
- Cailliet, G.M., D.B. Holts & D. Bedford. 1993. A review of the commercial fisheries of sharks on the west coast of the United States. *In*: Pepperell J., J. West & Woon, P. (eds.) Proceedings of an International Workshop on the Conservation Of Elasmobranch held at Taronga Zoo, Sydney, Australia:13-29.
- CITES. 1996. Biological and trade status of sharks. Report of the CITES Animals Committee (Pursuant to Resolution Conference 9.17).
- Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1 & 2. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.* 125 (4): 251-655.

- Compagno, L.J.V. 1988. Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton University Press, Princeton.
- Compagno, L.J.V. 1990. Sharks exploitation and conservation. *In*: 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: 391-414.
- Corro, E.D. 1997. Análisis preliminar de la pesquería artesanal de tiburones en el norte de Nayarit y sur de Sinaloa. CRIP-Mazatlán. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cortés, E. 1995. Demographic analysis of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the Gulf of Mexico. Fish. Bull. 93: 57-66.
- Cortés, E. & G.R. Parsons. 1996. Comparative demography of two populations of the bonnethead shark (*Sphyrna tiburo*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 709-718.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1994. 1993 Yearbook of fisheries statistics: catches and landings. FAO, Rome.
- FAO 1995. Precautionary Approach to Fisheries. Part 1: Guidelines on the Precautionary Approach to capture Fisheries and Species Introductions. FAO Fish. Tech. Pap. 350: 1-52.
- Furlong, E.E. y C.O. Barragán. 1997. Análisis biológico-pesquero de tiburones de la familia Carcharhinidae (Elasmobranchii) capturadas por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996. Tesis Profesional. CUCBA, Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 65 pp.
- Hernández, C.A. 1965. Resumen de las investigaciones sobre elasmobranquios de la República Mexicana. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Trab. Div. 97(10): 1-9.
- Hernández, C.A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis Profesional. ENCB, IPN, México. 123 p.
- Hoenig, J.M. & S.H. Gruber. 1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *In*: 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.

Hoff, T.B. 1990. Conservation and management of the western North Atlantic shark resource based on the life history strategy limitations of the sandbar shark. Ph. D. thesis, University of Delaware, Newark, Del. 282 pp.

Jones, B.C. & G.H. Geen. 1977. Reproduction and embryonic development of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in the Strait of Georgia, British Columbia. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1286-1292.

Kato, S & C.A. Hernández. 1967. Shark tagging in the Eastern Pacific ocean, 1962-65. In: Gilbert, P.W., R.F. Mathewson & D.P. Rall (eds.) Sharks, skates and rays, Johns Hopkins, Baltimore: 93-109.

Márquez-Farias, J.F. & J.L. Castillo G. 1996a. Fishery biology and demography of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the southern Gulf of Mexico. Fisheries Research (manuscript).

Márquez-Farias, J.F. y J.L. Castillo, G. 1996b. Demografía del cazón pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), del sureste del Golfo de México. Ciencias Marinas 24 (1): 13-34.

Olsen, A.M. 1959. The status of the school shark fishery in south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 10: 150-176.

Ripley, W.E. 1946. The soupfin shark and the fishery. Fish. Bull. 64:7-37.

SEMARNAP. 1994-1995. Anuarios Estadísticos de Pesca. Dir. Gral. de Inf. y Reg. Pesq. SEMARNAP, México.

SEMARNAP. 1997a. Indicadores de la producción pesquera, diciembre de 1996. Dir. Gral. de Estadística y Reg. Pesq., Subsecretaría de Pesca, SEMARNAP.

SEMARNAP. 1997b. Estadística de embarcaciones con permiso para pescar escama y/o tiburón por entidad y tipo de arte de pesca y embarcaciones camaroneras con permiso para escama o tiburón. Dir. Gral. de Inf. y Reg. Pesq. (inérito).

- SEPESCA. 1987-1993. Anuarios estadísticos. Dir. Gral. de Informática y Reg. Pesq. SEPESCA, México.
- Villavicencio, G.C.J. 1996a. Reproducción de *Carcharhinus obscurus* (Pisces: Carcharhinidae) en el Pacífico nororiental. Rev. Biol. Trop. 44 (1): 287-289.
- Villavicencio, G.C.J. 1996b. Aspectos poblacionales del angelito, *Squatina californica*, en Baja California, México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS 7(1) (inédito).
- Villavicencio, G.C.J. 1996c. Pesquería de tiburón y cazón. En: Casas-Valdez, M. y Ponce-Díaz, G. (eds). Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, CONACYT, Gob. Edo. BCS:305-316.
- Villavicencio, G.C.J. y C.L.A. Abitia. 1994. Elasmobranquios de Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS 5 (2): 62-65.
- Villavicencio, G.C.J., C. Downton y E. Mariano. 1996. Tiburones capturados comercialmente en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Coloquio sobre Bahía de la Paz.
- Walker, I.T. 1993. Conserving the shark stocks of Southern Australia. In: Pepperell, J., J. West & P. Woon, (eds.). Proceedings of an International Workshop on the Conservation of Elasmobranch held at Taronga Zoo, Sydney, Australia: 33-40.
- Walker, I.T. 1996. Can shark stocks be harvested sustainably- a question revisited. Proceedings of the Second World Fisheries Congress. Developing and Sustaining World Fisheries Resources: The State of Science and Management. Brisbane, Australia.



volador

mako

tiburón

martillo

tiburón

azul

limón

zorro

tiburón

tunero

tiburón

coyote

chato

tiburón

aleta blanca

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA OCEÁNICA DE TIBURÓN

ESPECIES: Tiburón zorro (*Alopias pelagicus*), tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*), cornuda (*Sphyrna lewini*), tiburón azul (*Prionace glauca*).

- Pesca sostenida por tiburones maduros e inmaduros, estos últimos principalmente en el verano.
- Poblaciones compartidas con Estados Unidos y Centroamérica.
- Migraciones relacionadas a reproducción y factores climáticos.
- Captura incidental en las pesquerías de atún y peces picudos.
- El comercio de aleta de tiburón está prohibido.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 18,031 toneladas (total Pacífico): 41% respecto al máximo histórico (1981).
- Captura 1998: Probable disminución de las capturas.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Cambia la distribución del recurso; se mueve hacia el norte desde Centro América hacia los Estados Unidos.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Demográfico.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Con potencial de desarrollo.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo pesquero.

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Mantenimiento, determinación de potenciales.

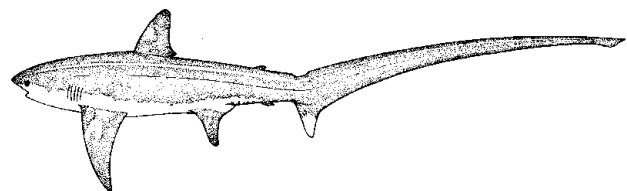
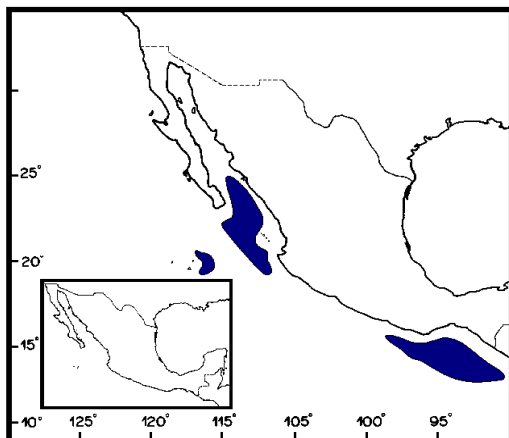
.....TIBURONES OCEÁNICOS DEL PACÍFICO

Alopias spp.
Prionace glauca
Isurus oxyrinchus
Carcharhinus spp.
Sphyrna spp.

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

El grupo de los tiburones oceánicos presenta en general problemas de manejo y conservación por el escaso conocimiento que se tiene de las poblaciones explotadas, la mayoría de las especies son altamente migratorias, lo cual influye en un nivel de complejidad mayor para su evaluación.



La explotación del recurso presenta una economía incierta, ya que por un lado la carne presenta precios muy bajos en los mercados locales y nacionales en contraposición con el alto valor y la demanda de las aletas en los mercados de los países asiáticos y de los Estados Unidos.

Las pesquerías de tiburones no se han incrementado como otras a nivel mundial. Las estadísticas de FAO indican que los peces cartilaginosos contribuyeron con el 0.8% del total de los desembarques mundiales en el periodo 1947-1985 (Compagno, 1990; Bonfil, 1994).

Los registros de las capturas mundiales de elasmobranquios en el periodo de 1978-1993 promedian por año 610,000 toneladas, que es el 0.7% del total de las capturas mundiales en las pesquerías marinas, de las cuales 427,000 t corresponden

a tiburones (0.5%) y 183,000 t a rayas y mantarayas (0.2%) (SEPESCA, 1985, 1989, 1993; SEMARNAP, 1996; FAO, 1979, 1987 y Macías, 1995).

La importancia económica de los tiburones a nivel internacional se debe a la elevada demanda de aletas en Estados Unidos y países asiáticos.

Los países que se distinguen en el ámbito mundial en la captura de tiburones están en los océanos Pacífico e Indico, en las áreas mayores de pesca de FAO (No. 51, 57, 61, 71 y 77), como son Indonesia, India, Pakistán y Japón con promedios de 68, 58, 34 y 38 mil toneladas anuales respectivamente, en el periodo comprendido entre 1984 y 1993; Estados Unidos y México tienen promedios de 24 y 33 mil toneladas anuales (SEMARNAP, 1996).

En el periodo 1984-1993, México aportó 33 mil toneladas anuales de tiburón en promedio, a la pesquería mundial de este recurso.

En México la pesquería de tiburones ha sido significativa desde finales de la década de los años cuarenta, el incremento en las capturas se ha

manifestado gradualmente y tuvo un intervalo de bonanza de 1940 a 1949, durante y después de la Segunda Guerra Mundial para obtener de los hígados vitamina A. Además tiene importancia alimentaria por su aportación de proteínas.

En el año de 1952 se presentó un decremento en la producción, con 487 t, muy diferente a la obtenida en 1944 cuando se alcanzaron las 9,000 t de captura, teniendo un desarrollo la industria del aceite de los hígados en los puertos de Peñasco, Guaymas y Mazatlán, la mayoría de las capturas se realizó con embarcaciones menores (Hernández, 1971; Castillo, 1990; Bonfil, 1994 y Macías, 1995).

A partir de 1954 resurge nuevamente la pesquería, presentando un crecimiento paulatino en las capturas consolidándose hasta la mitad de la década de los años sesenta, debido a que derivados como la carne, la piel y las aletas encontraron nuevos mercados en el ámbito nacional e internacional.

Hasta antes de los sesenta, el aprovechamiento del tiburón se limitaba a la extracción de aceite del hígado; posteriormente se abrió la comercialización de otros productos, tales

como las aletas, la carne y la piel. El incremento en las capturas mundiales se debe a la creación en los países europeos, asiáticos y de Norteamérica de grandes embarcaciones con redes de cerco y palangres de deriva, que han desempeñado un papel pri-

mordial en la pesca de los recursos oceánicos y en particular de las especies altamente migratorias como son los pelágicos mayores.

Es indudable que la operación de dichas naves se dirigió a las áreas y zonas de pesca más ricas de los océanos Pacífico, Atlántico e Indico.



Las pesquerías comerciales de pelágicos mayores en el océano Pacífico de México adquieren importancia relevante como caladeros en los inicios de los años sesenta, por la trayectoria de las migraciones de túnidos, picudos, tiburones y dorados.

La flota palangrera japonesa inició las actividades pesqueras en el océano Pacífico oriental en 1956 y en la actual Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México para el año de 1962. Los barcos de nacionalidad coreana y china arribaron a las regiones antes mencionadas en el año de 1965 (Joseph *et al.*, 1974; Ueyanagi, 1974 y 1989).

La Unión Soviética realizó dos cruces de pesca con palangre en 1965 al Golfo de Tehuantepec, completando la investigación la República de Cuba en el año de 1967.

Estados Unidos inicia la exploración palangrera experimental en el océano Pacífico oriental en 1966.

Por la importancia en las capturas de las especies de interés comercial en el Pacífico oriental (incluyendo la actual ZEE de México), se realizó la explotación e investigación de los recursos de pelágicos mayores por más de 30 años, por consiguiente se efectuó un gran número de cruceros comerciales y de investigación para conocer la biología, dinámica poblacional, biología pesquera y oceanografía, así como su distribución y su potencial pesquero.

Con la información anterior, se realizaron evaluaciones de las poblaciones, estudios de edad y crecimiento, así como la interpretación de modelos sobre el comportamiento de las pesquerías de túnidos, picudos y del-fines como pesca incidental.

Los resultados de las investigaciones se publicaron en revistas científicas de Estados Unidos y del Japón, destacándose por su producción editorial la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), integrada por boletines e informes trimestrales, informes especiales y anuales.

En el periodo 1951-1997, la mayoría de los estudios publicados por la CIAT no presentan información referente a las capturas de tiburones en el océano Pacífico, excepto el trabajo de Arenas *et al.* (1992), que se refiere a la asociación de atunes y delfines con objetos flotantes en las capturas de la flota cerquera en el Pacífico oriental, y presenta el 45.4% de tiburones en los registros de aparición.

El informe anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical de 1995, publicado en 1997, se refiere a las capturas incidentales de la flota cerquera, y menciona la importancia del tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus*, por ser el más representativo de los tiburones.

Las flotas palangreras asiáticas (Japón, Corea y China) pescaron hasta el año de 1976, cuando México adopta el régimen de las 200 millas de la ZEE. Para el año de 1977 no se permitió que las flotas asiáticas que operaban dentro del límite de las 200 millas continuaran pescando (Squire y Au, 1989).

Posteriormente, para 1980, México contrajo el compromiso de determinar la capacidad permisible de captura de recursos vivos de la ZEE; por tal motivo, el gobierno mexicano promovió la creación de empresas mexicanas con inversión extranjera minoritaria y en 1980 se iniciaron las operaciones de la flota palangrera.

En 1986 operaban 18 barcos autorizados y en 1987 se registraron 16 embarcaciones activas (Secretaría de Pesca, 1987). Los primeros reportes nacionales de las capturas de

pelágicos mayores (túnidos y picudos) son los trabajos de Polanco *et al.* (1987) y el del Comité Técnico Consultivo de Peces Picudos y Especies Afines (1987).



En los años sesenta se inician los trabajos de investigación sobre tiburones en el Pacífico de México con Castro-Aguirre (1967), Kato *et al.* (1967) que describen la taxonomía y distribución geográfica de 46 especies en el Pacífico oriental y el Pacífico mexicano; Kato y Carballo (1967) señalan los patrones de migración en las regiones antes mencionadas y Hernández (1971) reseña por primera vez la pesquería de tiburones en México, con datos estadísticos de 27 especies que integran las capturas comerciales de 1937-1969.

Applegate *et al.* (1979) elaboraron un catálogo con 80 especies para las zonas costeras y oceánicas de México; Virgen *et al.* (1981) realizaron un estudio de prospección y pesca exploratoria de tiburones en el Golfo de Tehuantepec.

Tabla1. Lista de las principales especies de tiburones y otros pelágicos mayores que se capturan con palangre de superficie en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano por la flota palangrera de Manzanillo, Colima de 1986 a 1996.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
TIBURONES	
Tiburón zorro	<i>Alopias pelagicus</i>
Tiburón grillo	<i>Alopias superciliosus</i>
Tiburón zorro	<i>Alopias vulpinus</i>
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>
Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>
Tiburón cornuda común	<i>Sphyrna lewini</i>
Tiburón martillo, cornuda baya	<i>Sphyrna zygaena</i>
Tiburón volador	<i>Carcharhinus limbatus</i>
Tiburón tunero	<i>Carcharhinus falciformis</i>
Tiburón aleta blanca	<i>Carcharhinus longimanus</i>
Tiburón limón	<i>Negaprion brevirostris</i>
Tiburón coyote	<i>Nasolamia velox</i>
Tiburón chato	<i>Carcharhinus leucas</i>
Tiburón espinoso	<i>Echinorhinus cookey</i>
PICUDOS	
Marlin rayado	<i>Tetrapturus audax</i>
Marlin negro	<i>Makaira indica</i>
Marlin azul	<i>Makaira mazara</i>
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>
Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>
PECES	
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>
Otras especies	

Posteriormente en el sur de Sinaloa se realizaron estudios biológicos y pesqueros de los tiburones costeros, entre ellos destacan los de Saucedo (1982), Manjarrez (1983), Jiménez (1984) y Castillo (1990a y b), este último con la contribución de la biología y pesquería de *Rhizoprionodon longurio* en el sur de Sinaloa, así como el trabajo del análisis de las pesquerías de tiburones en México.

Los estudios de la pesca palangrera oceánica en el Pacífico mexicano aparecen a partir de Holts (1988), quién describe la captura de 28,000 tiburones capturados de 1981 a 1984

por la flota palangrera japonesa en aguas de la ZEE.

Los estudios del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) en Manzanillo de Vélez *et al.* (1989, 1994 y 1996), Santana (1989 y 1997), Mendizábal *et al.* (1990a, 1990b, 1992 y 1995), Márquez (1991), Macías *et al.* (1993 y 1994), describen las actividades de la flota palangrera mexicana que han operado en el Pacífico mexicano de 1980 a 1990 y la flota palangrera de Manzanillo (Colima, México), que operó de 1983 a 1996, en la que se identificaron 28 especies de pelágicos

oceánicos (incluyendo tiburones, picudos, dorado, atún aleta amarilla, entre otros)

Por otro lado, se realizaron estudios biológicos de los que se obtuvieron y analizaron datos de captura, esfuerzo aplicado al recurso y factores físicos (temperatura y termoclina) relacionados con las capturas en el área y zonas de pesca del Pacífico mexicano. En la *tabla 1* se enlistan las principales especies de tiburones y otros pelágicos mayores que se capturan en la ZEE.

Los estudios sobre tiburones en el Pacífico mexicano iniciaron en los 60's, a partir de entonces se han realizado numerosos cruceros de investigación de los que se ha obtenido información biológica, poblacional, pesquera.

alejándose de él en el verano (Dingerkus, 1987).

En el océano Pacífico centro y sur de México, se ha observado que el índice de abundancia de captura por lance de pesca es mayor frente a Mazatlán, Sin., de septiembre a diciembre; de enero a abril su distribución es hasta Zihuatanejo, Gro., presenta índices inferiores de mayo a agosto de Manzanillo, Col. al Golfo de Tehuantepec. Este tipo de migraciones se relacionan con el desplazamiento en latitud sur de la isoterma de 28 y 27 ° C (Vélez *et al.*, 1989; Mendizábal *et al.*, 1990).

La variación en la temperatura, así como las corrientes oceánicas, son factores que influyen en la distribución del tiburón zorro, encontrándosele más cerca al ecuador durante el invierno.

BIOLOGÍA

El **tiburón zorro** pelágico *Alopias pelagicus* es una especie oceánica, epipelágica y circutropical (Compagno, 1984), considerada de aguas templadas con temperaturas entre 10 y 21 °C, encontrándosele a diferentes profundidades.

La variación de temperatura así como las corrientes de agua son factores que afectan su distribución, acercándose al ecuador en el invierno y

La mayor abundancia de hembras preñadas ocurre de octubre a marzo entre la boca del Golfo de California y Manzanillo, particularmente al norte y frente a Mazatlán, la talla mínima de preñez que se ha observado es de 140 cm de Longitud Furcal (LF) a la edad de tres años, alcanzando una proporción de preñez del 50% a los 160 cm, a la edad de cuatro años, y un 100% a la edad de ocho años.

Su reproducción es ovovivípara o vivípara aplacentaria (Luer y Gilbert,

1991). La fecundidad es de dos embriones.

La longevidad ha sido estimada superior a los 14 años, con talla y peso máximo observado de 220 cm de longitud furcal y 141 kg. Su principal alimento lo constituyen los cefalópodos 73%, los peces 26% y los crustáceos 1% (Mendizábal, 1992 y 1995).



El **tiburón sedoso** o tunero *Carcharhinus falciformis*, frecuentemente confundido con *C. limbatus*, es la especie del género *Carcharhinus* más abundante en las capturas de palangre en la ZEE. Es un tiburón abundante en la zona oceánica, así como en la zona litoral; habita en los trópicos cerca del borde de la plataforma de las islas y los continentes, ocasionalmente se le encuentra en áreas cercanas a la costa a profundidades de 18 m y en mar abierto desde la superficie hasta profundidades de 500 m. Se tienen registros en aguas con temperaturas de 23 a 24 °C. Se caracteriza por ser un tiburón muy activo y agresivo.



Carcharhinus falciformis
es la especie más
abundante en las
capturas de palangre y es
una de las tres principales
especies de tiburones
oceánicos.

La estructura de la dinámica poblacional es poco conocida. Los muestreos en la pesca palangrera en el océano Pacífico oriental y central muestran que es más abundante en las zonas costeras que en la zona oceánica. Se ha observado una segregación por tallas, los juveniles se concentran en áreas de crianza cercanas a la costa y los adultos en la zona oceánica.



Su alimentación se basa en peces pelágicos y costeros (bagres, lisas, macarelas, atún aleta amarilla, albacora), calamares y cangrejos. La especie está asociada con los cardúmenes, y se le ha llamado el tiburón “come redes” en el océano Pacífico oriental.



La talla máxima es alrededor de los 330 cm Longitud Total (LT), los machos comienzan a madurar aproximadamente entre los 187 y 217 cm, alcanzando la madurez sexual a los 270 a 300 cm de LT; las hembras maduran de los 213 a 230 cm y alcanzan la madurez sexual alrededor de los 305 cm de LT. Vivíparo, con placenta y saco vitelino, el número de crías es de dos a 14; la talla de las crías al nacer es de 70 a 87 cm (Compagno, 1984).



Los antecedentes sobre registros de captura en el Pacífico de México son reportados por Kato *et al.* (1967) y Kato y Carballo (1967), en estudios de migración en las zonas costeras oceánicas e Islas del océano Pacífico oriental, incluyendo al Pacífico mexicano. Kato (1964) menciona que es una especie incidental dominante en las captura de atún; localizado en las Islas Socorro, San Benedicto y Roca Partida, ejemplares con tallas de 140 a 165 cm y promedio de 152 cm de LT, siendo una especie frecuente alrededor de las Islas Revillagigedo.

Una de las razones por las que se le llama "tiburón tunero", es debido a su alta incidencia en las capturas de túnidos.

Esta especie también fue reportada por Castro-Aguirre (1967) y Applegate *et al.* (1979). En las capturas de embarcaciones menores tiburonerías al sur de Nayarit se reportan tallas mínimas de 87 cm y máximas de 225 cm LT, con una abundancia del 50% de todas las especies durante octubre a marzo (Corro, 1997). En Puerto Madero, Chis., embarcaciones menores tiburonerías reportan una proporción de 60% de junio a diciembre, con mayor abundancia en julio, agosto y octubre con 80 a 88% del total de las capturas; con tallas mínimas de 46 cm y máximas de 340 cm LT; durante junio, octubre y diciembre se observaron hembras pre-

ñadas con talla mínima de 160 cm LT (Castillo *et al.*, 1997).



El tiburón volador o puntas negras *Carcharhinus limbatus* es una especie pelágica, que habita sobre y fuera de la plataforma continental, común en aguas tropicales y templado-cálidas (Compagno, 1984), con temperaturas mayores de 21 °C. Realiza migraciones anuales siguiendo las corrientes de las masas de agua (Dingerkus, 1987). Bigelow y Schroeder (1948) indican que especies de aguas cálidas se mueven hacia el sur durante el invierno y hacia el norte a finales de primavera.

El tiburón volador realiza migraciones anuales siguiendo las corrientes de agua. En el Pacífico la mayor abundancia en la pesca es en B.C.

En el Pacífico norte de México la mayor abundancia en la pesca con red de cerco se presenta en la zona de Baja California (CIAT 1997), mientras que para el centro y sur de México el índice de abundancia de captura por lance de pesca es mayor frente a Puerto Vallarta, Jal. durante julio y agosto, menor de enero a abril de la Boca del Golfo de California al sur de Manzanillo, Col. e intermedio de mayo a agosto frente al Golfo de Tehuantepec. Estas migraciones se

relacionan con el desplazamiento al norte de la isoterma de los 29 °C (Vélez *et al.*, 1989; Mendizábal *et al.*, 1990).



La mayor abundancia de hembras preñadas ocurre de mayo a junio entre Zihuatanejo y el Golfo de Tehuantepec. La talla mínima de preñez fue de 130 cm de LF a la edad de dos años, alcanzando una proporción de preñez del 50% a los 160 cm, a la edad de cuatro años y un 100% a la edad de siete años. Su reproducción es vivípara, con fecundidad de dos a doce embriones en relación proporcional a la talla, la longevidad estimada es superior a los 14 años con talla y peso máximo observado a los 210 cm de LF de 101 kg. Su principal alimento lo constituyen los peces 54%, los cefalópodos 31% y los crustáceos 15% (Mendizábal, 1995).



Kato y Carballo (1967) describen movimientos migratorios en invierno de la Boca del Golfo de California a San Blas y viceversa. Se tienen reportes de que esta especie es transfronteriza al sur del océano Pacífico.



El **tiburón azul** *Prionace glauca* es una especie oceánica y circunglobal en aguas tropicales y templadas, mostrando fuertes fluctuaciones estacionales en su abundancia, de acuerdo con las migraciones anuales hacia el hemisferio norte en el verano y hacia el sur en el invierno (Compagno, 1984). Es considerada

de aguas templadas con temperaturas entre 10 y 21 °C, pudiendo desplazarse a mayores distancias que los tiburones tropicales (Dingerkus, 1987).



En el Pacífico norte de México las principales temporadas de captura son en octubre-noviembre, cuando realizan su migración hacia el sur y en junio cuando se dirigen al norte, la captura se compone principalmente de individuos juveniles entre los 100 y 150 cm de LT, con edades entre uno y tres años, excepto por el mes de agosto con frecuencia de talla más grande, en el verano la frecuencia de hembras aumenta y en el invierno aumenta la frecuencia de machos, el periodo de nacimientos comprende de marzo a mayo, estimándose una edad de 13 años para la hembra más grande de 265 cm de LT (Miranda, 1996).

En el Pacífico centro y sur de México el principal periodo de captura y abundancia comprende de marzo a mayo, en la entrada de la boca del Golfo de California, frente a Mazatlán, en la parte oceánica alrededor de las Islas Marías hasta el sureste y noreste de las Islas Revillagigedo y sureste de Cabo San Lucas, frente a Punta Abreojos al norte de BCS, frente a Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Acapulco, Puerto Angel y sureste del Golfo de Tehuantepec.

La distribución de las hembras preñadas comprende el mismo periodo y las mismas áreas, siendo más abundantes en mayo; la talla mínima de preñez que se ha observado es de 140 cm y la mayor frecuencia entre 160 y 170 cm de LF cuando alcanzan el 50% de su proporción de preñez, su reproducción es vivípara, la fecundidad varía de 10 a 44 embriones, con longitud media de 23 cm. La LT media anual para machos fue de 161 cm y para hembras de 155 cm (Mendizábal *et al.*, en revisión).

Esta especie es transfronteriza al norte del océano Pacífico de México. Se han recapturado tiburones marcados por el Departamento de Caza y Pesca de California, frente a Bahía Magdalena, B.C.S. y Acapulco, Gro. (Newsletter, 1997).



El **tiburón cornuda** común *Sphyrna lewini* es una especie costero-pelágica, semiocéanica, templado-cálida y tropical (Compagno, 1984), presenta una distribución circuntropical (Gilbert, 1967; Castro, 1983).

Realiza migraciones estacionales siguiendo las corrientes, se desplaza en el invierno hacia el ecuador y en el verano hacia los polos; habitando en aguas superficiales (Dingerkus, 1987). En el océano Pacífico centro de México, Galván *et al.* (1989) determinaron una migración hacia el norte de fines de primavera y principios de verano desde el área de Mazatlán al norte, hacia la parte inferior del Golfo de California, (Kimley, 1987). En esta última área se encuentra una relación directamente proporcional entre las tallas y la profundidad de captura, distribuyéndose

las hembras a mayor profundidad que los machos. En el Pacífico centro y sur de México el índice de captura por lance de pesca de mayor abundancia es durante mayo a agosto frente al Golfo de Tehuantepec y Acapulco, siguiendo en importancia Puerto Vallarta, y durante enero a abril altas concentraciones se localizan frente a Islas Marías, los menores índices se presentan durante septiembre a diciembre.

En el Golfo de California, existe una relación directamente proporcional entre la talla y la profundidad de captura del tiburón cornuda común.

La máxima abundancia de hembras preñadas se presenta de mayo a agosto frente al Golfo de Tehuantepec, cuando se alcanzan temperaturas superficiales mayores de 29.5 °C; siguiendo su distribución con valores menores hasta Puerto Vallarta, con los mismos índices se presenta durante enero a abril de la Boca del Golfo de California a las Islas Revillagigedo y de septiembre a octubre frente a Mazatlán. La talla mínima de preñez es de 135 cm de LF, alcanzando un 50% de la proporción de preñez en las tallas mayores; de manera correspondiente, la fecundidad es de 10 a 34 embriones. Su reproducción es vivípara. La talla y peso máximo observado fue de 255 cm de LF y 212 kg. Su principal alimento lo constituyen los cefalópodos 60% y

peces 40% (Mendizábal *et al.*, en revisión).

Para la misma población oceánica, Andrade (1994) determina una longevidad de 13 años de la mayor talla observada y una edad de primera preñez a los 8.5 años. Anislado (1995) reconoce en aguas someras de la costa de Michoacán en el área del río Neixpa una área de crianza, con periodo de nacimiento de abril a julio.

Esta especie es transfronteriza al sur del océano Pacífico.

con algunas diferencias en las especificaciones de las embarcaciones y los artes de pesca.

La pesquería de tiburones en el océano Pacífico tiene su inicio durante el periodo de la II Guerra Mundial, frente a B.C., B.C.S., Sonora y Sinaloa, para su captura se utilizaba sardina seco-salada, y fresca como carnada.

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

La pesca de tiburones en el océano Pacífico mexicano está constituida fundamentalmente por una pesquería artesanal ribereña y multiespecífica, desde finales de los años treinta (Hernández, 1971; Castillo, 1990) que se inició con embarcaciones menores.

La pesca oceánica de tiburones también comenzó durante el periodo de la II Guerra Mundial en el noroeste de México, en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, con la misma finalidad de obtener de los hígados el aceite y Vitamina A; este producto se exportaba a California, Estados Unidos. Las embarcaciones utilizadas en aquellos años en la zona oceánica del oeste de Norteamérica, reseñada por Roedel y Ripley (1950), también fueron utilizadas en el Pacífico norte de México y el Golfo de California,

Las embarcaciones utilizadas en California oscilaban entre los 11 a 20 m de eslora (36.0 a 65.6 pies) parecidas a los sardineros con red de cerco; con capacidad de bodega de 30 a 60 t, con motores estacionarios de 110 a 240 CF, con casco de madera y hierro, utilizaban redes de deriva y fondo de 548.7 a 1,829 m de longitud, con una abertura de luz de malla de 22.8 a 27.9 cm y con una caída de 15 a 60 mallas de profundidad, operaban de la zona costera a las 100 mn, cada paño de 25 a 50 brazas de longitud, la línea de flotación con línea de henequén y con boyas de corcho y vidrio.

También se utilizaban palangres de profundidad con una línea madre de 250 a 300 brazas de longitud, cada línea tenía de 90 a 125 anzuelos tipo norteamericano del 11/0 a 14/0, los reynales de dos brazas de longitud, el hilo de la línea de fondo de 2/4 a 3/16 de pulgada de diámetro, la carnada consistía en sardina seco-salada, fresca u otro tipo de peces.



A principios del año de 1950 se genera el desarrollo en la construcción de embarcaciones grandes y medianas con eficientes equipos y artes de pesca, con redes de arrastre, de cerco, de deriva, palangres de deriva, con cámaras de refrigeración de -20 a -55 °C de temperatura con capacidad de bodega de 10 a 400 t, equipo de sonar para detección de cardúmenes, con la autonomía de 10 a 60 días de navegación.

Las embarcaciones de pesca costera y de mediana altura para la captura de tiburones en el Pacífico de México, han participado desde mediados de la década de los años cincuenta, cuando resurge el interés por los derivados como son la carne, piel y las aletas en los mercados nacionales e internacionales. Las embarcaciones oceánicas utilizadas de los años cincuenta hasta la década de los años noventa en las capturas de tiburón son de 15 a 45 m de eslora con casco de madera, galero y fibra de vidrio, con capacidad de bodega de 15 a 500 t.



De acuerdo con las especificaciones que presentan las embarcaciones en

sus dimensiones, las características de los artes de pesca, la composición en las capturas y las operaciones que han realizado en el océano Pacífico de México se pueden distinguir los siguientes tipos de unidades de pesca para el tiburón:



Embarcaciones costeras; de 10 a 17 m de eslora con redes y motor estacionario de 110 a 170 CV, con capacidad de bodega de 15 a 48 t, con instalación para hielo o refrigeración, con una autonomía de siete a diez días, con capacidad para cuatro a seis tripulantes, con redes de enmalle de ocho a 16 pulgadas de abertura de luz de malla, con longitud de red de 500 a 1,000 brazas de longitud, y con una caída de 10 a 25 brazas, los lances o días efectivos de pesca son de cinco a siete por viaje. Se calcula que para 1996 operaban alrededor de 20 embarcaciones en las diferentes entidades del Pacífico mexicano, el potencial de esfuerzo estimado es de 1,920 lances al año por 20 barcos (SEMARNAP, 1996; Macías 1995).



Los palangreros costeros; de 10 a 17 m de eslora, con una autonomía parecida a los rederos de siete a diez días, la capacidad de bodega es semejante, así como el número de tripulantes, con instalación para hielo o refrigeración con 350 a 550 anzuelos por lance de operación, utilizan 70 a 110 boyas, con una longitud de palangre de deriva de 10.5 a 16.5 km, con anzuelos tipo atunero de 3.6 a 3.8.

Se estima que en 1996 trabajaron aproximadamente 18 embarcaciones, con un potencial de esfuerzo calculado de alrededor de 776,600 anzuelos por año.

Durante las actividades de pesca de los palangreros costeros así como de las embarcaciones costeras se capturaron 12 especies diferentes de tiburones, pertenecientes a tres familias.

Los dos tipos de embarcaciones capturaron aproximadamente 12 especies, principalmente de la familia Carcharhinidae, Sphyrnidae y Alopiidae (SEMARNAP, 1996).

Las **embarcaciones de mediana altura** con redes, tienen de 18 a 30 m de eslora con motores estacionarios de 170 a 576 CF, máquina auxiliar con capacidad de bodega de 50 a 80 t, instalación para hielo y refrigeración, autonomía de 12 a 25 días, capacidad de cinco a ocho tripulantes y redes de enmalle de 12 a 22 pulgadas de la luz de malla; la longitud de la red es de 1,000 a 1,600 brazas, la caída de la red es de 25 a 45 brazas, los lances o días efectivos de pesca son de ocho a 18 lances por viaje. Se calcula que para 1996 operaron aproximadamente 36 embarcaciones en el Pacífico mexicano, el potencial

del esfuerzo ejercido fue de 4,320 lances/año, por 36 barcos (SEMARNAP, 1996; Castillo, 1994; ARJE, 1995).

Los **barcos palangreros de mediana altura** de 18 a 24 m de eslora con motor estacionario de 165 a 360 CV, capacidad de bodega de 38 a 60 t, instalación para hielo y refrigeración, una autonomía de 10 a 18 días, capacidad de cinco a ocho tripulantes, 550 a 750 anzuelos por lance de operación, utilizan 110 a 150 boyas, la longitud del palangre de deriva de 26.4 a 36 km y anzuelos atuneros del número 3.6 a 3.8, se calcula que para 1996 trabajaron 15 embarcaciones palangreras, y el potencial del esfuerzo estimado es de 558,000 anzuelos/año, por 15 barcos (SEMARNAP, 1996; Fajardo, 1994).

Las **embarcaciones palangreras**, que realizaron actividades de pesca en el océano Pacífico oriental desde principios de los años sesenta fueron construidas principalmente en Japón y en menor proporción en Corea y Taiwán. Eran barcos con casco de acero de 42.8 a 43.7 m de eslora, con motor de 750 a 800 CF, con motores auxiliares de 130 CF, capacidad de bodega de 204 a 440 m³, la capacidad de los cuartos de refrigeración de 72.2 a 87.5 m³, refrigeración por amoníaco -35 a -55 °C, con tonelaje bruto de 238.6 a 339.7 (Kikawa, 1975). El palangre opera de 50 a 150 m de profundidad, la distancia entre reynales de 20 a 60 m de longitud, longitud de los reynales de 12 a 25 m, el número de reynales de

cuatro a nueve por sección o canasta según la especie a capturar, los anzuelos del número 3.4 al 3.8, la distancia entre boyas de 140 a 360 m (Katsuo *et al.*, 1969); dichas embarcaciones trabajaron en el Pacífico de México de 1962 a 1990 (Macías *et al.*, 1994).

Los barcos palangreros denominados "TIBURONES" de la flota de Manzanillo; de casco de acero, de construcción japonesa de 44 m de eslora, con motor principal de 900 CF, motores auxiliares de 170 CF, tonelaje bruto de 299.6 t y tonelaje neto de 83.6 a 108.6 t, con capacidad de bodega de 204 m³ y capacidad de cuartos de congelación de 120 t con temperatura de -27 a -35 °C, la autonomía para 42 días y la capacidad es para 23 tripulantes. El palangre de deriva se caracteriza por una línea madre de 60 a 86 km de longitud, reynales de 19 a 22 m de longitud, la longitud entre reynales es de 45 a 55 m y el número de boyas es de 300, el anzuelo utilizado es el atunero número 3.6 a 3.8, el promedio de anzuelos por lance es de 1,385, el promedio de días efectivos de pesca es de 22; la carnada utilizada principalmente es lisa o macarela fresco-congelada. De 1983 a 1990 operaron los cuatro barcos y de 1992 a 1996 trabajó sólo un barco, el TIBURON III (Vélez *et al.*, 1989, 1996; Márquez, 1991; Santana, 1997)

Los 90 barcos registrados en 1996 (SEMARNAP, 1997) ejercieron un esfuerzo como sigue:

- Embarcaciones de 10 a 17 m de eslora con redes: 20 barcos y 1,920 lances por año.

- Embarcaciones palangreras de 10 a 17 m de eslora: 18 barcos y 777,600 anzuelos por año.
- Embarcaciones de 18 a 30 m de eslora con redes: 36 barcos y 4,320 lances por año.
- Embarcaciones palangreras de 18 a 24 m eslora: 15 barcos y 858,000 anzuelos por año.
- Embarcaciones palangreras de 44.4 m de eslora: un barco y 74 lances y 89,982 anzuelos por año.



La estimación del esfuerzo total de la flota en 1996 es el siguiente:

- a) Los barcos que operaron con redes de enmalle, realizaron un total de 6,240 lances.
- b) Las embarcaciones con palangre operaron con un total de 1,725,582 anzuelos.

τ Tendencias históricas

El análisis de la información registrada por embarcaciones palangreras japonesas de investigación, durante el periodo de 1973 a 1985, mostró que la captura de tiburones es cercana a un tercio de las capturas combinadas de atún y picudos, generalmente los tiburones son regresados al mar debido a su bajo precio y dificultad en su manejo, por lo que solo la cuarta parte aproximadamente, es reportada en el total de la pesquería palangrera.

Durante el periodo 1973-1985, se reportó que una tercera parte de la captura en la actividad pesquera de atún y picudos estaba conformada por tiburones, los cuales eran por lo general devueltos al mar.

En el océano Pacífico oriental las especies más frecuentemente capturadas en altamar fueron el tiburón azul *Prionace glauca* con 40%, el tiburón seda *Carcharhinus falciformis* y el tiburón oceánico puntas blancas *C. longimanus* con 20% (Taniuchi, 1990).

A partir de 1960 la flota japonesa extiende su pesquería hacia las áreas tropicales y subtropicales del océano Pacífico oriental, ingresando en la actual ZEE de México en 1962, e incrementó sus actividades durante 1964 con la finalidad de aumentar sus capturas de picudos ya que las capturas de atunes estaban sufriendo una baja de más del 50% (Squire y Au, 1989).

Polanco *et al.* (1987), presentan datos estadísticos del esfuerzo de la flota palangrera japonesa en la ZEE del océano Pacífico mexicano durante el periodo de 1970 a 1980, notándose una disminución considerable de 1977 a 1980 debido al establecimiento de la ZEE, que entró en vigor el 31 de julio de 1976. El esfuerzo de pesca promedio anual de 1970 a 1976 fue de 3,198 lances de captura con 5,647,711 anzuelos, correspondiendo al año de 1974 los valores más altos con 7,168 lances y 7,546,196 anzuelos.

Para explotar los recursos pesqueros de la ZEE, se promovió la creación de empresas mexicanas y de coinversión extranjera, con la expedición de permisos precarios, situación que prevaleció hasta junio de 1982, fecha en que se revocaron los permisos por incumplimiento de los compromisos contraídos, recurriendo las empresas a la vía del juicio de amparo que les permitió continuar pescando.

En 1987 se establecen zonas de protección de picudos, comprendiendo las áreas de mayor abundancia para el marlin y espada en la zona norte, y de mayor abundancia de pez vela en la zona sur del Golfo de California, respetando la franja de 50 millas náuticas reservadas para la pesca deportiva, así como la totalidad del Mar de Cortés (SEPESCA, 1987).

Esta zona de protección también funcionó indirectamente para el tiburón oceánico. Las empresas de coinversión reportaron una captura de tiburón del 15% (Squire y Muhlia, 1992).

la Pesca, esta base incluía el número de las embarcaciones que operaron en el área del Pacífico oriental.

El grupo de los “COPREMAPROS” operó casi exclusivamente en la parte norte, el de los “ALIANZAS” en la parte norte y sur, y el de los “TIBURONES” en la parte centro y sur de la ZEE.

Tabla 2. Barcos y esfuerzo total de la flota palangrera que operó en Zona Económica Exclusiva del océano Pacífico de México de 1980 a 1990.

Barcos	No. de barcos	No. de lances	No. de anzuelos totales
Alianza	6	830	1'823,591
Copremapro-chidon	9	3,501	8'108,784
Tiburón	4	1,995	2'514,500
Pesca múltiple	3	78	39,000
Típico palangrero	4	870	2'038,977
Gran palangrero	1	68	166,940
Gran Total	27	7,342	14'691,792

En 1986, se instaló el *Comité Técnico Consultivo de Peces Picudos y Especies Afines*, que integra una base de datos de las operaciones de la flota comercial mexicana de coinversión a partir de 1980, la información fue procesada por el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C., entregando el primer informe técnico de diagnóstico y la base de datos a la Secretaría de Pesca (SEPESCA) en junio de 1987.

A partir de esta información, Macías *et al.* (1994) actualizan dicha base de datos hasta 1990 con las bitácoras entregadas a la SEPESCA y las características del Registro Nacional de

Tabla 3. Esfuerzo de pesca y porcentaje de captura de barcos palangreros que operaron en Zona Económica Exclusiva del océano Pacífico de México de 1980 a 1990.

FLOTA "ALIANZA" AREA NORTE Y SUR						
BARCO	No. DE ANZUELOS	BODEGA TONS.	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
2	2359	140	229	38.8	MARLIN	26.0
4	2098	285	39	44.0	VELA	36.1
5	2500	220	52	No reporta	ESPADA	1.2
8	2184	165	244	26.8	TIBURON	28.1
10	1547	199	46	43.1	ATUN	7.1
11	2125	174	220	16.5	DORADO	1.5

FLOTA "COPREMAPRO"-**"CHIDORI" AREA NORTE						
BARCO COPREMAPRO	No. DE ANZUELOS	BODEGA TONS.	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
1 76	2329	230	700	* 14.0	MARLIN	50.6
2 88	2388	220	798	* 13.4	ESPADA	34.6
3 --	2307	165	377	19	VELA	3.5
4 86	2426	190	247	* 11.0	TIBURON	7.4
5 7	2349	190	699	* 10.5	ATUN	3.5
6 --	2147	290	442	8.7	DORADO	0.4
9 --	1942	240	147	19.3		
	33	2500	44	*		
	35	2500	47	*		

*CHIDORI NO REPORTA

FLOTA "TIBURON" AREA CENTRO Y SUR						
BARCO	No. DE ANZUELOS	BODEGA TONS.	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
1	1216	120	487	46	PEZ VELA	40.38
2	1268	120	424	50	MARLIN	4.78
3	1324	120	419	36.8	ESPADA	2.27
4	1248	120	665	47	TIBURON	44.99
					ATUN	0.78
					DORADO	6.8

FLOTA DE PESCA MULTIPLE						
BARCO	No. DE ANZUELOS	BODEGA TONS.	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
JUREL 5	500	50	25	89	PEZ VELA	4.97
JUREL 6	500	50	4	No reporta	MARLIN	4.28
CALOMEX 1	500	50	49	87	ESPADA	0.03
					TIBURON	87.71
					ATUN	2.99

FLOTA TIPICO PALANGRERO						
BARCO	No. DE ANZUELOS	BODEGA TONS.	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
SHOICHI 1	2233	290	327	No reporta	PEZ VELA	10.31
SHOICHI 2	2233	290	42	No reporta	MARLIN	33.72
KEIFUKU 5	1000	199	25	No reporta	ESPADA	55.96
HOSHIO 21	2500	165	476	No reporta		

FLOTA GRAN PALANGRERO						
BARCO	No. DE ANZUELOS	TONS. BODEGA	No. DE LANCES	CAPTURA TIBURON %	TODAS LAS ESPECIES	%
STA EIKIU 2	2455	463	68	44.5	PEZ VELA	8.47
					MARLIN	40.97
					ESPADA	0.96
					TIBURON	44.52
					ATUN	5.08



Sin considerar los barcos que no reportaron captura de tiburón, se estima un porcentaje de tiburón del 13.7; 33.8 y 45% respectivamente; el esfuerzo acumulado para el periodo de 1980 a 1990 fue de 7,342 lances y 14'358,161 anzuelos (utilizando la media ponderada del número de anzuelos y número de lances por barco y por flota) para el total de las embarcaciones (Tablas 2 y 3).

En 1990, el Comité Técnico Consultivo de Peces Picudos y Especies Afines, presentó una actualización y procesamiento de la base de datos de 1980 a 1989, para la flota palangrera mexicana en el océano Pacífico de México, resultando 7,795 lances de captura con 16,294,392 anzuelos, el máximo esfuerzo fue durante el año de 1988 con 1,974 lances y 3,757,060 anzuelos (Tabla 4).

El Instituto Nacional de la Pesca, a través del CRIP Manzanillo y con apoyo de CONACyT, dio seguimiento al proyecto de "Investigación de Prospección y Pesca Exploratoria de Recursos Pesqueros en la ZEE del océano Pacífico" a partir de 1984, participando en seis cruceros comerciales, propiedad de la empresa privada "Palangreros Mexicanos del Pacífico" S.A. de C.V., registrando datos de 138 lances de captura o días efectivos de pesca, con un acumulado anual de 188,510 anzuelos.

La eficiencia de captura por cada 100 anzuelos fue de 7.14 individuos, la composición de las capturas fue de 57% tiburones, siendo los más abundantes: el tiburón zorro *Alopias pelagicus* (33.3%) y tiburón volador *Carcharhinus limbatus* (19.5%).

Las principales zonas de pesca fueron la boca del Golfo de California,

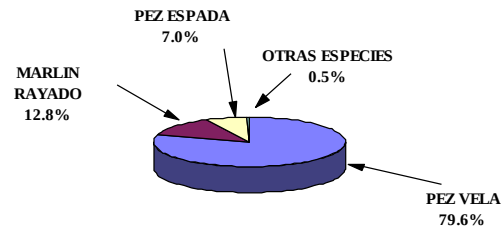
Tabla 4. Esfuerzo de pesca y porcentaje de captura de barcos palangreros que operaron en Zona Económica Exclusiva del océano Pacífico mexicano de 1980 a 1990.

TABLA 9. ESFUERZO TOTAL POR AÑO DE LA FLOTA PALANGRERA QUE OPERO EN LA ZEE DEL OCEANO PACIFICO DE MEXICO DE 1980 A 1989		
AÑO	No. DE LANCES	No. ANZUELOS TOTALES
1980	238	595,000
1981	1,122	2,764,864
1982	727	1,808,468
1983	1,191	2,594,672
1984	177	262,181
1985	464	621,339
1986	986	2,006,220
1987	549	1,276,963
1988	1,974	3,757,060
1989	367	607,625
GRAN TOTAL	7,795	16,294,392

Información analizada del documento del Comité Técnico de Picudos y Especies Afines (1990)

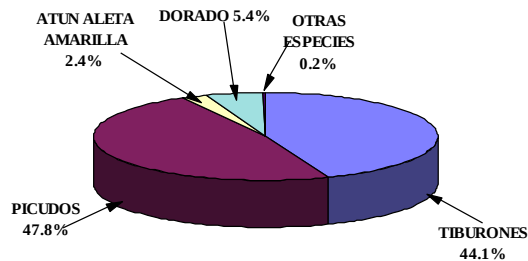
Se registró la captura en peso eviscerado de los tiburones, en avisos de arribo de la flota palangrera de Manzanillo de 1983 a 1988; la captura promedio anual fue de 944 t, registrándose la captura más alta durante 1986 con 1,670 t y de 1,300 t durante los años de 1984 y 1987.

La flota palangrera de Manzanillo reportó durante el periodo 1983-88 una captura anual promedio de 944 t, registrando la más alta en 1986 con 1,679 t.



a) tiburones

b) picudos



c) pelágicos mayores

Fig. 1. Composición de las capturas de la flota palangrera de Manzanillo, 1986- 1996, por grupos de especies. a) tiburón, b) picudos y c) pelágicos mayores.

de viajes por barco de descarga

anual fue de 5.9, con una captura por viaje de 40 t (Mendizábal *et al.*, 1990).

El Programa Tiburón del CRIP Manzanillo, ha llevado a cabo el monitoreo de la pesquería de tiburón a bordo de embarcaciones comerciales palangreras desde 1986 a 1996,

realizando un total de 29 cruceros, cubriendo el área de la boca del Golfo de California, sur de Cabo Corrientes al noroeste de Puerto Angel, Golfo de Tehuantepec e Islas Revillagigedo, con un esfuerzo de pesca acumulado de 638 lances, 883,486 anzuelos y una eficiencia de captura de 7.84 por cada 100 anzuelos, el

Tabla 5.- Composición de las especies capturadas por la flota palangrera de Manzanillo, Colima, en número de peces, viajes, lances y anzuelos calados en el océano Pacífico de México 1986-1996.

AÑOS	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	TOTALES		C.P.U.E
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	EN NUM.	%	%
TIBURONES	4050	4913	1484	1852	3606	1800	1820	6259	3245	1595	30624	44.136977	3.466
T. CORNUDA COMUN (<i>Sphyrna lewini</i>)	59	265	3	37	185	47	58	52	13	8	727	1.05	0.082
T. CORNUDA BAYA (<i>Sphyrna zygaena</i>)	0	0	0	0	0	0	1	18	4	6	29	0.04	0.003
T. MAKO (<i>Isurus oxyrinchus</i>)	16	47	11	12	29	7	16	20	13	9	180	0.26	0.020
T. ZORRO (<i>Alopias pelagicus</i>)	2614	2541	1295	1261	1411	925	949	2506	2052	712	16266	23.44	1.841
T. GRILLO (<i>Alopias superciliosus</i>)	6	24	1	0	0	0	2	22	20	14	89	0.13	0.010
T. VOLADOR (<i>Carcharhinus limbatus</i>)	1087	1845	150	471	896	193	191	2650	442	28	7953	11.46	0.900
T. AZUL (<i>Prionace glauca</i>)	267	85	24	71	664	626	598	937	698	753	4723	6.81	0.535
T. TIGRE (<i>Galeocerdo cuvieri</i>)	0	50	0	0	29	0	1	4	0	0	84	0.12	0.010
T. COYOTE (<i>Nasolamia velox</i>)	0	44	0	0	136	0	0	22	0	0	202	0.29	0.023
T. TUNERO (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	1	0	0	0	163	0	0	0	0	55	219	0.32	0.025
T. LIMON (<i>Negaprion brevirostris</i>)	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	86	0.12	0.010
T. CHATO (<i>Carcharhinus leucas</i>)	0	11	0	0	0	0	0	6	0	0	17	0.02	0.002
T. ALETA BLANCA (<i>Carcharhinus longimanus</i>)	0	0	0	0	7	2	4	22	3	10	48	0.07	0.005
T. ESPINOSO (<i>Echinorhinus cookei</i>)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00	0.000
PICUDOS	2434	3055	1119	5427	5361	409	340	8919	3700	2419	33183	47.83	3.756
MARLIN RAYADO (<i>Tetrapturus audax</i>)	446	271	15	117	84	115	203	317	915	1777	4260	6.14	0.482
MARLIN NEGRO (<i>Makaira indica</i>)	26	26	7	11	6	5	0	0	0	2	83	0.12	0.009
MARLIN AZUL (<i>Makaira mazara</i>)	0	5	16	0	0	0	4	7	35	10	77	0.11	0.009
PEZ ESPADA (<i>Xiphias gladius</i>)	187	62	113	749	347	64	78	275	133	325	2333	3.36	0.264
PEZ VELA (<i>Istiophorus platypterus</i>)	1775	2691	968	4550	4924	225	55	8320	2617	305	26430	38.09	2.992
PECES	172	1190	49	196	1429	72	99	1722	404	90	5423	7.815923	0.614
ATUN A.A. (<i>Thunnus albacares</i>)	101	76	28	38	383	26	91	833	85	9	1670	2.41	0.189
DORADO (<i>Coryphaena hippurus</i>)	71	1114	21	158	1046	46	8	889	319	81	3753	5.41	0.425
OTRAS ESPECIES	1	0	1	27	62	3	6	34	14	6	154	0.2219532	0.017
WAHOO (<i>Acanthocibium solandri</i>)	1	0	1	0	0	3	0	0	3	2	10	0.01	0.001
BARRILETE (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	0	0	0	26	62	0	3	10	3	1	105	0.15	0.012
TORTUGA GOLFINA (<i>Lepidochelys olivacea</i>)	0	0	0	1	0	0	2	19	7	0	29	0.04	0.003
LUVIA (<i>Luvarus sp.</i>)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.00	0.000
RAYA (<i>Dasyatis brevis</i> o <i>diptera</i>)	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	7	0.01	0.001
BARRILETE NEGRO (<i>Euthynnus lineatus</i>)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.00	0.000
RAYA (<i>Urotrygon asterias</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.00	0.000
No. DE ORGANISMOS	6657	9158	2653	7502	10458	2284	2265	16934	7363	4110	69384	100.00	7.854
No. DE ANZUELOS	96660	139850	29515	80694	116256	28125	31360	181061	105005	74960	883486		
No. DE CRUCEROS	3	4	1	2	3	1	1	6	5	3	29		
No. DE LANCES	74	95	25	51	65	21	23	136	87	61	638		

FUENTE.- Velez *et al.* (1997), en proceso.

porcentaje de captura de tiburones fue de 44% (tiburón zorro 23.3%, tiburón volador 11.5%, tiburón azul 6.8%, tiburón cornuda 1%); para picudos 47.9% (pez vela 38.2%, marlin rayado 6.2%, pez espada 3.4%), para dorado 5.4% y atún aleta amarilla 2.4% (Vélez *et al.*, 1997 en revisión) (Tablas 5 y 6; Fig. 1).

La estacionalidad de la captura para especies templadas como son el tiburón zorro y el tiburón azul, presenta una mayor abundancia a finales de otoño (octubre-noviembre), en invierno (diciembre-marzo) y principios de primavera (marzo-abril) en el área norte; para las especies tropicales como son el tiburón volador, tunero y martillo su mayor abundancia es en verano (junio-agosto) y parte del otoño (septiembre) en el área sur.



Los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de tiburones se representan en número de individuos por cada 100 anzuelos, el promedio por lance por año en el periodo de 10 años es de 4.0, para tiburones, con máximo de 6.4 y mínimo de 2.3; para los picudos de 3.3 en promedio con máximo de 6.7 y mínimo de 1.08.



Se observa un movimiento cíclico de los valores de CPUE a través del tiempo, desfasado entre tiburones y picudos, de tal forma que cuando los tiburones alcanzan valores máximos, los picudos presentan valores mínimos y viceversa (Vélez *et al.*, 1997 en revisión) (Tabla 6; Fig. 2).



Tabla 6. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por 100 anzuelos de pelágicos mayores, por grupo y especies de la flota palangrera de Manzanillo, Colima de 1986 a 1996.

GRUPOS Y ESPECIES CAPTURADAS	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	MEDIA	MIN	MAX
TIBURONES	4.08	3.51	5.02	2.29	3.1	6.4	5.8	3.45	3.09	3.22	4.00	2.29	6.4
PICUDOS	2.51	2.18	3.79	6.72	4.61	1.45	1.08	4.92	3.52	2.12	3.29	1.08	6.72
DORADOS	0.07	0.79	0.07	0.19	0.89	0.16	0.02	0.49	0.3	0.1	0.31	0.02	0.89
ATUN ALETA AMARILLA	0.1	0.05	0.09	0.04	0.32	0.09	0.29	0.46	0.08	0.01	0.15	0.01	0.46
TOTAL PELAGICOS MAYORES	6.78	6.54	8.98	9.26	8.94	8.11	7.2	9.33	6.99	5.47	7.76	5.47	9.33
T. ZORRO (<i>Alopias pelagicus</i>)	2.6	1.81	4.38	1.56	1.21	3.28	3.02	1.38	1.95	0.94	2.21	0.94	4.38
T. VOLADOR (<i>Carcharhinus limbatus</i>)	1.12	1.32	0.5	0.58	0.77	0.68	0.6	1.46	0.42	0.03	0.75	0.03	1.46
T. AZUL (<i>Prionace glauca</i>)	0.27	0.06	0.08	0.08	0.57	2.22	1.9	0.51	0.66	1	0.74	0.06	2.22
T. CORNUDA COMUN (<i>Sphyrna lewini</i>)	0.06	0.18	0.01	0.04	0.15	0.16	0.18	0.02	0.01	0.01	0.08	0.01	0.18
MARLIN RAYADO (<i>Tetrapturus audax</i>)	0.46	0.19	0.05	0.14	0.07	0.4	0.64	0.17	0.87	2.37	0.54	0.05	2.37
PEZ ESPADA (<i>Xiphias gladius</i>)	0.19	0.04	0.38	0.92	0.29	0.22	0.24	0.15	0.12	0.43	0.30	0.04	0.92
PEZ VELA (<i>Istiophorus platypterus</i>)	1.83	1.92	3.27	5.63	4.23	0.8	0.17	4.59	2.49	0.4	2.53	0.17	5.63

FUENTE.- Velez *et al.* (1997), en proceso.

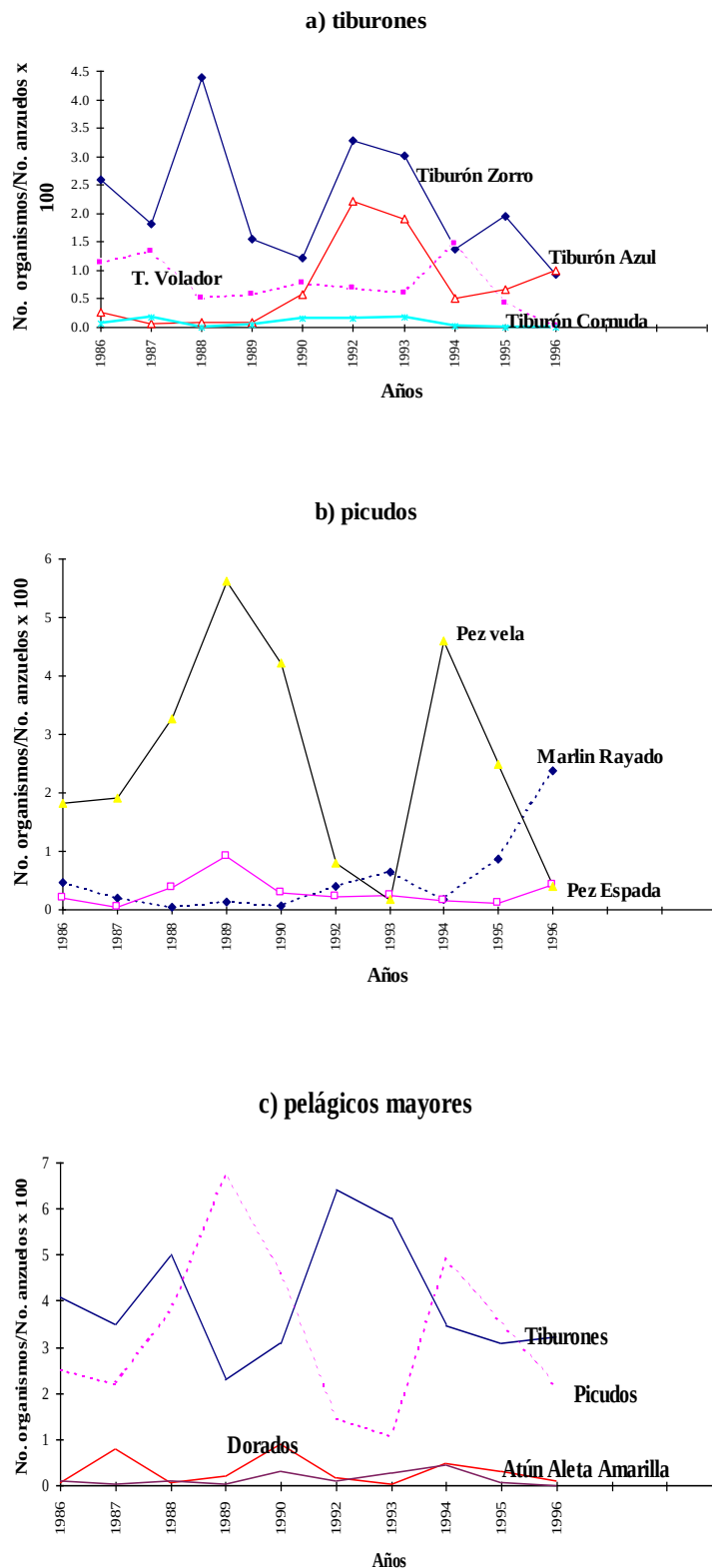


Fig. 2. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota palangrera de Manzanillo, Colima, durante el periodo 1986-1996. a) tiburón, b) picudos y c) pelágicos mayores.

En el caso de la pesquería de tiburón, los índices de CPUE se representan en número de organismos por cada 100 anzuelos promedio por lance por año.

Las zonas de pesca del océano Pacífico de México que mostraron ser las más productivas por el número de anzuelos calados, el número de pelágicos mayores capturados y la CPUE por anzuelos durante el periodo 1986-1996 (cuatro barcos palangres) son:

Zona 1, al oeste de la península de Baja California, de los 23° a los 27° LN y de los 111° a los 116° LO, con valores de 0.32% en anzuelos calados; 0.33% de pelágicos capturados y 8% en CPUE por 100 anzuelos.

Zona 2, Boca del Golfo de California, de los 20° a 24° LN y 105° a 110° LO, con 67.02% en anzuelos calados, 62.26% en pelágicos capturados y 7.22% en CPUE por 100 anzuelos.

Zona 3, del sur de Cabo Corrientes al sudoeste de Puerto Angel, de los 14° a los 20° LN y 97° a los 110° LO, con 11.83% en anzuelos calados, 10.26% en pelágicos capturados y el 6.74% en CPUE por 100 anzuelos.

Zona 4, el Golfo de Tehuantepec, de los 14° a los 16 LN y de

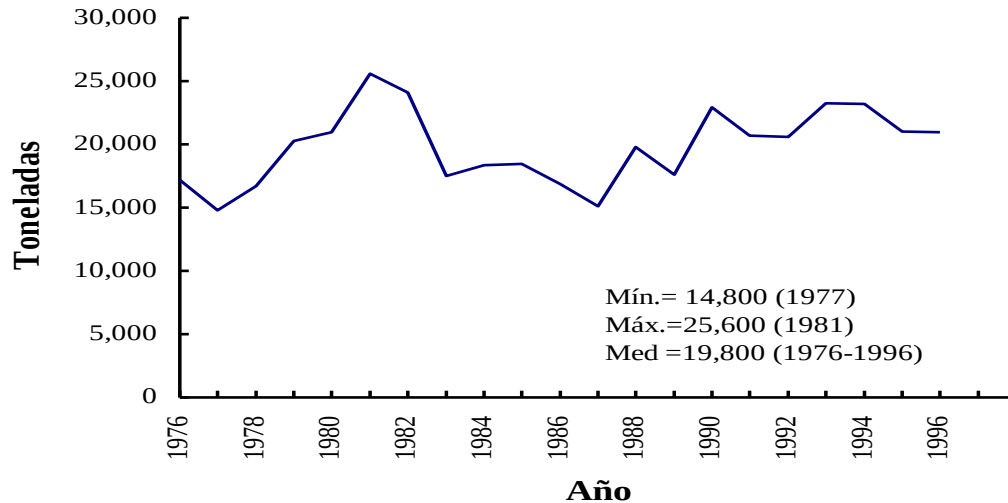
los 93° a los 97° LO, con 17% en anzuelos calados, 23.59% en pelágicos capturados y 10.87% en CPUE por 100 anzuelos.

Zona 5, las Islas Revillagigedo, de los 18° a los 20° LN y los 110° a los 113° LO, con 3.80% en anzuelos calados, 3.53% con pelágicos capturados y el 7.22% en CPUE por 100 anzuelos (Vélez et al., 1997, en revisión).

Durante 1985-1996, la producción del litoral Pacífico registrada fue de 23,000 t en 1993.

Según las estadísticas internacionales, de 1985 a 1994, México ha ocupado el sexto lugar en la producción de tiburón-cazón, con un promedio de 33,200 t anuales, contribuyendo con el 4.85% de la producción mundial.

En el litoral del Pacífico mexicano, la producción de tiburón-cazón inició con una tendencia ascendente a partir de 1968, con una producción anual de 5,000 t, alcanzando en 1975 las 15,000 t, en el periodo de 1976 a 1984 se obtiene un promedio anual de 19,000 t con máxima de 25,600 t en 1981 (SEPESCA, 1988) y en el periodo de 1985 a 1996 un promedio de 20,000 t con máxima de 23,300 t en 1993 (SEMARNAP, 1997) (Fig. 3).



NOTA.- Peso entero= Peso eviscerado x 1.24.

FUENTE: Anuario Estadístico de Pesca. 1987. SEPESCA.

Anuario Estadístico de Pesca. 1997. SEMARNAP.

Fig. 3. Producción de tiburón-cazón en toneladas de peso entero en el litoral del océano Pacífico. 1976-1996.

En el periodo 1985-1994, la producción de tiburón de México, representó el 4.85 % de la producción total mundial, registrando un promedio de 33,200 t anuales.

pecies capturadas son el tiburón zorro común, *Alopias vulpinus*, el tiburón mako, *Isurus oxyrinchus*, el atún aleta amarilla, *Thunnus albacares* y el barrilete, *Katsuwonus pelamis*.

La temporalidad del tiburón comprende de febrero a abril, junio y octubre, con máximos en febrero y junio; para el pez espada de febrero a mayo y su abundancia disminuye en julio, con otro pico de abundancia durante noviembre y diciembre (ARJE, 1995).

τ Interacción con otras pesquerías

En México la pesca de pez espada se inicia en 1986 con cuatro embarcaciones de fibra de vidrio y acero, utilizando redes agalleras y como puerto base Ensenada, B.C., estas embarcaciones operaron a lo largo de la costa oeste de la península de Baja California dentro de la ZEE. Las es-

Squire y Muhlia (1992) mencionan que México otorgó durante 1990 permisos para 12 embarcaciones, mientras que para 1992 se otorgaron 27 permisos, operando 24 frente a la costa oeste de Baja California.

Durante 1995 se recopilaron datos estadísticos, a través de las solicitudes de pesca para pez espada, tibu-

rón y escama, capturados por embarcaciones con redes de enmalle, contándose con 17 embarcaciones, de las cuales, nueve registraron su producción de tiburón (algunas de ellas solicitaron la captura con palangre). De 1987 a 1995 se capturaron en promedio 21 toneladas anuales de tiburón en las costas de Baja California (SEMARNAP, 1995) (Tabla 7).

De los registros reportados a las oficinas de Pesca se estima una captura promedio anual de 20 t de tiburón durante 153 días y 10 viajes anuales por barco (Tabla 8). Durante la temporada 1995-96 se registraron un total de 21 embarcaciones (SEMARNAP, 1995, 1997). Dentro de los proyectos técnico-económicos presentados a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, ARJE (1995) menciona que la pesquería llega a su máximo desarrollo con 30 embarcaciones en la

Sosa-Nishizaki *et al.* (1992) indican que 22 embarcaciones con red de deriva controlada de pesca múltiple, incluyendo camaroneros y atuneros con adaptaciones propias, operan de los 21° 30' longitud oeste a los 32° 20' latitud norte, con una captura de tiburón de 25% y 12% de pez espada, así como atunes 19% y pez sol 19%; capturándose de 0 a 25 tiburones por lance.

En el informe anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (1997), se presentan estimaciones de abundancias de tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus*, en número de individuos por lance de captura con red de cerco, con incidencia de 0.3 en lances sobre delfines, 2.1 sobre cardúmenes (no asociados) y 7.0 sobre objetos flotantes; la mayoría de los lances con capturas fueron frente al área de Baja California, México.

Tabla 7. Captura promedio anual de tiburón de barcos con red agallera de deriva, frente a las costas de Baja California. 1987-1995.

BARCO	PROMEDIO CAPTURA ANUAL (t)	PERIODO
FEDECOOP 20	27.13	1987-1995
FEDECOOP 10	30.05	1988-1995
FEDECOOP 21	24.15	1988-1995
FEDECOOP 22	16.15	1992-1995
VICTORIA-EUGENIA	39	1986-1995
DIANA ELISA	18.37	1991-1993
ILEANA	15.22	1991-1995
CERRO CRESTON	13.55	1993-1995
PROGRESO 1	8.46	1995
MEDIA	21.34	1987-1995

NOTA.- No están representadas todas las embarcaciones, (14 solicitan permiso en 1995)

FUENTE.- Dir. Gral. de Admon. de Pesquerías, SEMARNAP (1995).

temporada 1992-1993, reduciéndose a 16 en 1994 (SEMARNAP, 1997.).

Tabla 8. Captura anual, días de pesca, viajes y CPUE de barcos con red agallera de deriva frente a las costas de Baja California 1996.

BARCO	CAPTURA DE TIBURON	DÍAS	VIAJES	CAPTURA POR DIA	CAPTURA POR VIAJE (t)
FEDECOOP 3	26.45	235	13	0.113	2.035
FEDECOOP 21	18.33	154	10	0.119	1.833
FEDECOOP 22	0.96	64	4	0.015	0.24
FIPESCO 20	22.1	240	11	0.092	2.01
FIPESCO 168	11.08	138	9	0.08	1.231
FIPESCO 174	15	13	1	1.154	15
P. ABREOJOS 1	53.75	193	18	0.278	2.986
P. ABREOJOS 2	35.25	158	13	0.223	2.712
SAN PABLO	21.05	182	12	0.116	1.754
ISLA PIEDRA	18.88	192	14	0.098	1.348
CERRO CRESTON	9.86	151	8	0.065	1.232
VICTORIA EUGENIA	8.4	250	12	0.033	0.7
AGRESOR	28.94	157	12	0.184	2.411
DON TOMAS	8.83	8	2	1.103	4.415
MEDIA POR BARCO	19.92	152.5	9.93	0.262	2.85

NOTA.- De un total de 21 a 23 embarcaciones, PEDERSEN (CIAT.) y NISHIZAKI (C.I.C.E.S.E.) comunicación personal.

FUENTE.- Dir. Gral. de Admon. de Pesquerías, SEMARNAP (1997).



El proyecto de fauna asociada con objetos flotantes en el Pacífico oriental de la CIAT, de 1987 a 1990, analiza 5,349 registros de frecuencia de aparición de fauna asociada, durante 497 viajes de pesca con red de cerco.

La mayor parte de los lances fue entre los 5° a los 15° LN y frente a México de los 15° a los 30° LN.

La frecuencia de aparición de especies de tiburón en los lances corresponden a:

- Tiburón no identificado: 31.3% (parece corresponder al tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, el más común en las áreas de pesca del atún).
- Tiburón puntas negras: 9.1% (*Carcharhinus limbatus*).
- Tiburón puntas blancas: 3.2% (*Carcharhinus longimanus*).
- Tiburón cornuda: 2.6% (*Sphyrna spp*).
- Otros tiburones: 4.7% (*Carcharhinus spp*).



Algunas especies de tiburones se localizan con pequeños peces forrajeros y marlin; otros picudos se asocian con grandes peces y tiburones. Se cree que muchas especies utilizan los objetos flotantes como eslabones entre las islas y los montes marinos a lo largo de sus patrones de movimiento (Arenas *et al.*, 1992). Asimismo, Kimley (1988) propone patrones semejantes entre montes marinos en el Golfo de California de tiburones cornuda y otras especies pelágicas.

\$105,629,000 M.N. y \$59,440,000 M.N., respectivamente.

Los principales estados productores de tiburón en el Pacífico son Chiapas (28%), Colima (17.2%), Baja California (14.2%), Baja California Sur (13.7%), Sonora (11.3%) y Sinaloa (8.4%); y de cazón, Sonora (29.5%), Baja California Sur (27.3%) y Sinaloa (22.1%) (Tabla 9).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

De acuerdo con los reportes del Anuario Estadístico de Pesca 1996 (SEMARNAP, 1997), la producción de tiburón en el litoral del Pacífico en peso desembarcado (eviscerado y sin cabeza) fue de 11,788 t y 5,101 t de cazón con un valor comercial de

En 1996 la producción de tiburón del Pacífico en peso desembarcado fue de 11,788 t. y la producción de cazón de 5,101 t.

En la industrialización del tiburón el principal proceso de conservación es

Tabla 9. Producción anual de tiburón-cazón en peso entero por estado en el litoral del océano Pacífico durante 1996.

ESTADO	TIBURON	CAZON
B.C	1,673	165
B.C.S.	1,609	1,391
SONORA	1,330	1,504
SINALOA	987	1,127
NAYARIT	283	310
JALISCO	71	168
COLIMA	2,027	42
MICHOACAN	30	58
GUERRERO	355	127
OAXACA	137	143
CHIAPAS	3,306	66

FUENTE.- Anuario Estadístico de Pesca, SEMARNAP (1997).

el congelado (92%) y el seco salado (8%). Los registros de piel de tiburón de 1978 a 1988 promediaron 15.4 t anuales, y de aleta fresca de tiburón de 1977 a 1988 164 t anuales, esta última representó el mayor valor comercial alcanzado durante 1993 hasta 30 veces el valor de la carne, debido a su demanda internacional.

Los productos derivados del tiburón para consumo humano directo son presentados congelados y seco-salados. El consumo aparente "per cápita" nacional de éstos es de 0.30 kg

El consumo aparente, relacionando la producción total (tiburón-cazón) con la población nacional es de 0.30 Kg *per cápita*. El número de plantas congeladoras en el litoral del Pacífico es de 201 t con capacidad instalada de 104 t por hora, correspondiendo para los principales estados productores de tiburón-cazón; una planta en Chiapas, cinco en Colima, 22 en Baja California, 19 en Baja California Sur, 29 en Sonora y 82 en Sinaloa.



El financiamiento al sector pesquero en la pesca de altura fue de \$130,225,000.00 M.N. para ambos litorales a través de fondos de desarrollo de FIRA-FOPESCA.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

Al decretar México la Zona Económica Exclusiva, ejerce derechos de soberanía sobre los recursos vivos existentes en ella, comprometiéndose internacionalmente a determinar su capacidad permisible de captura; permitiendo el acceso a otros Estados de gobierno al excedente de dicha captura cuando no tuviera capacidad para explotarlo totalmente (SEPESCA, 1987).

A partir de 1975 se incrementó la pesquería de este recurso; los promedios anuales de captura por década de 20,000 t en el litoral del Pacífico han permanecido constantes; sin embargo, a partir de 1993, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca con base en los resultados de las investigaciones científicas que realiza el INP, dispuso no expedir nuevos permisos para captura de tiburón, excepto en el caso de que se sustituyan embarcaciones descartadas o renueven permisos que no impliquen incremento en el esfuerzo de pesca existente.

Esta medida reglamentaria será vigente hasta que no sea elaborado un plan de manejo y ordenación de la pesquería.

El Programa de Normalización de Pesca Responsable de la Subsecretaría de Pesca de la SEMARNAP,

inició a través del Comité Consultivo Nacional una serie de reuniones de consulta regional sobre tiburón durante junio a julio de 1996, teniendo previsto a corto plazo la elaboración e implementación de la **Norma Oficial Mexicana para la Regularización de la Pesca de Tiburón**, como instrumento jurídico.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

La captura oceánica de tiburón-cazón inició en 1968 registrando 5,000 t y alcanzó 15,000 t en 1975. Durante el periodo 1976 a 1989 se obtiene una captura promedio de 19,500 t y se alcanza un máximo de 25,000 t. En la última década el promedio es de 20,000 t con máxima de 23,300 t. Se presentan fluctuaciones periódicas regulares en la captura desembarcada que pueden reflejar fluctuaciones en el medio ambiente marino y variaciones en la intensidad de la pesquería (Caddy y Gulland, 1983).



El esfuerzo anual de la pesca palangrera oceánica en el litoral del océano Pacífico de 1970 a 1976 fue de 5,647,711 anzuelos (Polanco *et al.*, 1987). Otros autores reportan para el periodo de 1980 a 1990 un promedio anual de 1,549,314 (Comité Técnico de Picudos, 1990; Macías, 1994). Para 1996 se estima un promedio de 1,725, 582 anzuelos, con

base en la información analizada del Anuario Estadístico de Pesca (1996), y registros de embarcaciones mayores de la SEMARNAP (1995 y 1996), cantidad semejante a la década de los años ochenta.

El cálculo de las embarcaciones con redes de enmalle que operan en la parte oeste de la Baja California y en la boca del Golfo de California, fue de 6,240 lances de captura o días de pesca.

Las tendencias en la CPUE de la flota palangrera local (1986 a 1996) muestran un decremento de abundancia en la última década de tiburones zorro, volador y martillo, no así para el tiburón azul, lo que no necesariamente significa una disminución en las poblaciones.

Las proporciones variaron en relación con las otras especies en el porcentaje de captura por cada 100 anzuelos, debido a que anteriormente el tiburón azul no se aprovechaba y fue incluido en las capturas. Además, en estas tendencias no se considera el área oeste de la península de Baja California y el Golfo de California. Como medida de enfoque precautorio no se ha incrementado el esfuerzo de pesca desde 1993.

Como medida precautoria, desde 1993 el esfuerzo pesquero se ha mantenido el mismo nivel.

τ **Estado actual de la pesquería de tiburones oceánicos del océano Pacífico.**

Los factores que intervienen en el estatus de las poblaciones incluyen la captura comercial, incidental, recreacional, costera, así como la degradación del hábitat y las pérdidas por mortalidad. Además la sobreexplotación de las especies presa y los cambios ambientales tienen un impacto adverso en los tiburones (CITES, 1996).

Algunas características biológicas, concernientes a la dinámica reproductiva, afectan la capacidad de recuperación alta a la sobreexplotación (Nakano y Uozumi, 1995).

Los modelos tradicionales de pesquerías en peces teleósteos no se ajustan para la evaluación de pesquerías de tiburones. El análisis demográfico ha demostrado ser útil en el manejo de pesquerías de elasmobranquios y requiere estimaciones confiables de edad, mortalidad y tasa de natalidad, así como de información adicional de la biología, abundancia, distribución y hábitos (Cailliet, 1992).

Entre la fauna marina, los elasmobranquios son uno de los grupos de los que menos se conoce su biología y manejo. Actualmente se realizan análisis de la determinación de edad en vértebras de los principales tiburones oceánicos pelágicos y se integra con información básica de su biología.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

El principal objetivo es aplicar un plan de manejo que garantice la conservación y uso sustentable de las poblaciones de tiburones, así como la rehabilitación de las poblaciones bajo aprovechamiento.



Asimismo es necesario estimar los efectos de los diferentes artes de pesca en la composición por tallas y edades, que actúan de manera selectiva sobre las poblaciones capturadas, con el fin de estar en condiciones de proponer alternativas de manejo adecuadas para el recurso.



Con el objeto de asegurar el reclutamiento a la pesquería, es necesario determinar la capacidad reproductiva de recuperación de la población, identificar las principales áreas de crianza, desarrollo de juveniles, así como la estimación de índices independientes de la pesca comercial.



1. Dentro de las estrategias de manejo para la pesquería de tiburón en México se prevé la protección de las áreas de crianza, mediante vedas temporales:

- **Tiburón zorro.** Su periodo máximo de reproducción es de noviembre a marzo, que corresponde a la isoterma superficial de 27 °C entre la boca del Golfo de California y frente a Manzanillo. Recomendándose su protección en el mes de marzo, así como en agosto frente a Mazatlán, Sin. La propuesta de regulación es que las embarcaciones palangreras oceánicas y con redes de enmalle deben operar fuera de las 50 millas náuticas a partir de la línea de costa en la porción continental y 30 millas náuticas alrededor de las Islas Revillagigedo (Mendizábal, 1995).

millas náuticas alrededor de las Islas Revillagigedo (Mendizábal, 1995).

Deben continuar los trabajos de evaluación de las principales poblaciones de tiburones oceánicos como el zorro, volador, azul, tunero y cornuda común, para determinar con mayor precisión si la tendencia en las capturas presenta un declive acelerado, presenta ciclos alternantes anuales o bianuales de incrementos, disminuciones por efectos de mortalidad por pesca o por factores ambientales en el ecosistema marino.

- **Tiburón volador.** Su periodo máximo de reproducción es de mayo a junio entre la zona oceánica frente a Zihuatanejo y el Golfo de Tehuantepec, siendo importante frente a Cabo Corrientes, con el aumento de la termoclina y la isoterma superficial de los 29°C. Recomendando la protección en el mes de junio y el mes de agosto frente a Cabo Corrientes, igualmente las embarcaciones palangreras oceánicas y con redes de enmalle deberán operar por fuera de las 50 millas náuticas a partir de la línea de costa y 30

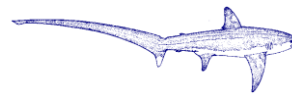
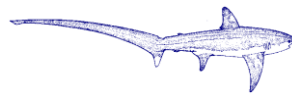
CAMPOS DE COLABORACIÓN

A nivel internacional, como parte del Convenio de Cooperación Bilateral de Investigación Conjunta entre México y Estados Unidos (MEXUS-PACIFICO) se han iniciado los primeros cruceros conjuntos de investigación del grupo de trabajo sobre pesquerías de tiburones en el área oeste de la península de Baja California, capturando, marcando y liberando tiburón azul, zorro común y mako, lo anterior para definir los patrones migratorios de especies templadas compartidas entre ambos países, así como conocer aspectos básicos de su biología, parámetros oceanográfi-

cos y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).



Recientemente se estableció un convenio de cooperación bilateral entre México y Guatemala para realizar investigación pesquera sobre tiburones tropicales compartidos entre ambos países, así como aspectos de la biología del tiburón sedoso, volador, cornuda y coyotito principalmente.



REFERENCIAS

- Alverson, F.G. 1959. Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches from the eastern tropical Pacific ocean, by quarters of the year, 1952-1955. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 3: 165-204.
- Alverson, F.G. 1960. Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the eastern tropical Pacific by quarters of the year 1951-1958. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 4 :319-441.
- Andrade, G.Z. 1994. Determinación de edad y crecimiento en vértebras del tiburón cornuda *Sphyrna lewini* del Pacífico mexicano (1992-1994). Tesis de Biología, Fac. de Ciencias, Univ. de Guadalajara, México.
- Anislado, T.V. 1995. Determinación de la edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico central mexicano. Tesis de Biología. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Anonymous. 1977. Shark Tagging News. A Newsletter. California Dep. Fish and Game 2.
- Applegate, P.S., L. Espinoza, L. Menchaca, L. y F. Sotelo. 1979. Tiburones Mexicanos. Secretaría de Educación Pública, México.

- Arenas, P., M. Hall & M. García. 1992. The association of tunas with floating objects and dolphins in the eastern tropical Pacific ocean. VI. Association of fauna with floating objects in the EPO. International Workshop on Fishing for Tunas Associated with Floating Objects, La Jolla, California, Feb 11-14, 1992.
- ARJE. 1995. Estudio técnico y socioeconómico para la obtención de la concesión para la extracción de pez espada (*Xiphias gladius*) en el Pacífico mexicano. ARJE SA de CV (inédito).
- Battaglione, T. & K. McLoughlin. 1996. The southern shark fishery, 1995. Southern Shark Fishery Assessment Group. Fishery Assessment Report, Australia.
- Bigelow, H.B. & W.C. Schroeder. 1948. Sharks. Mem. Sears Found. Mar. Res. 1: 53-576.
- Blackburn, M., R.C. Griffiths, R.W. Holmes & W.H. Thomas. 1962. Physical, chemical and biological observations in the eastern tropical Pacific: three cruises to the Gulf of Tehuantepec 1958-1959. U.S. Fish and Wild. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. 420: 1-170.
- Bonfil, S.R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Technical Paper 341.
- Cailliet, G.M. & D.W. Bedford. 1983. The biology of the three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: a review. CalCOFI 24: 57-69.
- Calkins, T.P. 1961. Measures of population density and concentration of fishing effort for yellowfin and skipjack tuna in the eastern tropical Pacific ocean. 1951-1959. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 6: 69-125.
- Calkins, T.P. 1975. Geographical distribution of yellowfin and skipjack tuna catches in the eastern Pacific ocean, and fleet and total catch statistics, 1971-1974. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 17: 1-116.
- Castillo, C.A. 1994. Informe de crucero del B/P San Andrés 23 febrero a 9 marzo, 1994, en el océano Pacífico de México. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Castillo, G.J.L. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae), del sur de Sinaloa. Tesis de Biología. Fac. de Ciencias, UNAM, México.

- Castillo, G.J.L. 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. México (inédito).
- Castillo, G.J.L., F.J. Márquez, A. Cid del Prado V., S. Soriano V. y C. Ramírez S. 1997. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Castro-Aguirre, J.L., 1967. Contribución al estudio de los tiburones de México. Tesis de Biología. Esc. Nal. Ciencias Biológicas, IPN. México.
- Castro, J.I. 1983. The Sharks of North American Waters. Texas A&M University Press, College Statation. 180 pp.
- CIAT. 1997. Informe anual de la CIAT, 1995. La Jolla, California.
- CIB. 1990. El CIB en el Comité Técnico Consultivo de Peces Picudos y especies afines. CICPA (inédito).
- CITES. 1996. Biological and trade status of sharks. Report of CITES Animals Committee.
- Compagno, L.J.V. 1984a. Sharks of the world. FAO Fish. Synop. 125 part 1 and 2, 655 pp.
- Compagno, L.J.V. 1990. Shark exploitation and conservation. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 391-414.
- Corro, E.D. 1997. Análisis preliminar de la pesquería artesanal de tiburones en el norte de Nayarit y sur de Sinaloa. Informe Técnico. CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Dingerkus, G. 1987. Shark distribution. *In*: Facts on File Publications (ed.). Sharks. New York: 36-49.
- Eldridge, M.B. & P.G. Wares 1974. Some biological observations of billfishes taken in the eastern Pacific ocean, 1967-1970. *In*: Shomura, R.S. & F. Williams, F. (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and contributed papers. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675 (2): 89-101.

- Fajardo, J. (1994). Informe del crucero del B/P Don Gustavo 23 enero a 6 febrero, 1994, en el océano Pacífico de México. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- FAO 1980, 1987, 1989. Yearbook of Fishery Statistics. FAO, Rome.
- Galván, M.F., H.J. Niehuis & P.A. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of the sharks of the lower Gulf of California, Mexico. Cal. Fish Game. 75: 74-84.
- Gilbert, C.R. 1967. A revision of the hammerhead sharks (Family Sphyrnidae). Proc. US Nat. Mus. 119 (3539): 1-88.
- Griffiths, R.C. 1960. A study of measures of population density and concentration of fishing effort in the fishery for yellowfin tuna *Neothunnus macropterus* in the eastern tropical Pacific ocean, from 1951-1956. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 4: 39-98.
- Hernández, C.E.A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis de Biología. Esc. Nal. Ciencias Biológicas, Inst. Politec. Nac. México.
- Holts, B.D. 1988. Review of the west coast commercial shark fisheries. Mar. Fish. Rev. 50: 1-8.
- INP. 1987. Informe final de análisis de las pesquería, agosto 1987. Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines. CRIP-La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Jiménez, G. 1984. Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa. Memoria Profesional, Esc. Cienc. Mar. UAS, México.
- Joseph, J., W.L. Klawe & C.J. Orange. 1974. A review of the longline fishery for billfishes in the eastern Pacific ocean. In: Shomura, R.S. & F. Williams, F. (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and contributed papers. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675 (2): 309-331.
- Kato, S. & A.H. Carvallo. 1967. Shark tag in the eastern Pacific ocean, 1962-1965. In: Gilbert, P.W., R.F. Mathewson & D.P. Rall. Sharks, Skates and Rays. John Hopkins Press, Baltimore: 93-109.

- Kato, S. 1964. Sharks of the genus *Carcharhinus* associated with the tuna fishery in the eastern tropical Pacific ocean. US Fish. Wild. Serv. Cir.172: 1- 22.
- Kato, S. Springer, S. & M.H. Wagner. 1967. Field guide to eastern and hawaiian sharks. Circ. U.S. Fish. Wild. Serv. 271: 1-147.
- Katsuo, M.N. 1969. Katsuo-Maguro-Nenkan (Skipjack-tuna yearbook). Suisan Schinchosha, Tokyo. (in Japanese).
- Kikawa, S. 1975. Synopsis on the biology of the shortbill spearfish, *Tetrapturus angustirostris* Tanaka, 1914 in the Indo Pacific areas. In: Shomura, R.S. & F. Williams (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and contributed papers. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675 (3): 39-54.
- Klimley, A.P. 1987. The determination of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *S. lewini*. Env. Biol. Fish. 18: 27-40.
- Kume, S. & J. Joseph. 1969. The Japanese longline fishery for tunas and billfish in the eastern Pacific ocean east of 130°W, 1964-1966. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 13: 275-418.
- Luer, C.A. & P.W. Gilbert. 1991. Elasmobranch fish: oviparous, viviparous and oviviparous. Oceanus: 47-53.
- 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.
- Macías, Z.R. 1994. Análisis de la tendencia de captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de pez vela en el Pacífico mexicano. Invest. Mar. CICIMAR 20: 339-408.
- Macías, Z.R., N.A. Venegas y A.L. Vidaurri. 1993. La pesca deportiva del pez vela (*Istiophorus platypterus*) y su relación con la pesca comercial. Invest. Mar. CICIMAR 8 (2): 1-7.
- Manjarrez, A. 1983. Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa. Memoria profesional, Esc. Cienc. Mar. Univ. Autón. de Sinaloa, México.
- Márquez, F.F. 1991. Esfuerzo de pesca y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero "Tiburón IV" en el océano

Pacífico mexicano (octubre-noviembre 1988). Tesis profesional. Fac. de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima. México.

- Martin, J.W. 1962. Distribution of catch per unit effort and fishing effort in tuna in the eastern tropical Pacific ocean by month of the year 1951-1960. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 6: 179-222.
- Mendizábal, O.D. 1995. Biología reproductiva, crecimiento, mortalidad y diagnóstico de *Alopias vulpinus* (tiburón zorro) y *Carcharhinus limbatus* (tiburón volador) de la boca del Golfo de California al Golfo de Tehuantepec (período 1986-1987). Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Mendizábal, O.D. M.R. Vélez, F.J. Valdez, J. Fajardo y C. Castillo. 1997. Información biológica, distribución y abundancia relativa del tiburón cornuda, *Sphyrna lewini*, en el océano Pacífico de México (1986-1995). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Mendizábal, O.D. M.R. Vélez, F.J. Valdez, J. Fajardo y C. Castillo. 1997. Información biológica, distribución y abundancia relativa del tiburón azul, *Prionace glauca*, en el océano Pacífico de México (1986-1996). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Mendizábal, O.D., R. Vélez y F. Valdez. 1990b. Relación de la captura con la temperatura y profundidad de la termoclina durante la pesca comercial de picudos, tiburones y dorados en la zona oceánica del Pacífico central mexicano. In: Dailey, M. & H. Bertsh, H. (eds.). Memorias del VIII Simposium de Biología Marina. Univ. Autón. de Baja California. México: 127-144.
- Mendizábal, O.D., R. Vélez y F. Valdez. 1992. Distribución estacional e índices alimenticios de las especies forrajeras del tiburón zorro *Alopias vulpinus* y tiburón volador *Carcharhinus limbatus* en el Pacífico central mexicano. Periodo 1986-1987 y 1989-1990. In: Dailey, M. & H. Bertsh, H. (eds.). Memorias del VIII Simposium de Biología Marina. Univ. Autón. de Baja California. México: 123-131.
- Mendizábal, O.D., R. Vélez, F. Valdez, F., A. Ramírez, E. Bejarano, y A. Vega. 1990a. Información y representación gráfica de los datos estadísticos de captura y esfuerzo de la flota palangrera de Manzanillo, Colima (1983-1988). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Miranda, V.L.A. 1996. Análisis biológico pesquero del tiburón azul (*Prionacea glauca*, Linnaeus 1758) en Ensenada, Baja California. Tesis de Maestría. CICESE, B.C. México.
- Miyabe, N. & Bayliff, W.H. 1987. A review of the japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific ocean, 1971-1980. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 19: 3-122.
- Nakano, H. & Bayliff, W.H. 1992. A review of the japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific ocean, 1981-1987. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 20: 187-355.
- Nakano, H. & T. Uozumi. 1995. Report to the ICCAT on the participation in the 2nd ICES study group on elasmobranch fishes. ICCAT SCRS/95/11: 1-12.
- Orange, C.J. & T.P. Calkins. 1981. Geographical distribution of yellowfin and skipjack tuna catches in the eastern Pacific ocean, and fleet and total catch statistics, 1975-1978. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 18: 1-120.
- Polanco, J.E., R. Mimbela S. y L. Beléndez M. 1987. Esquema de regulación propuesto para la administración de la pesquería mexicana de picudos en el océano Pacífico oriental. In: Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su Administración. Secretaría de Pesca, México: 379-445.
- Roedel, P.M. & Ripley, W.M. 1950. California sharks and rays. Fish. Bulletin. California Division of Fish and Game 75: 1-89.
- Santana, H.H. 1989. Distribución y abundancia relativa espacio temporal de las especies capturadas por la pesquería palangrera en la ZEE del Pacífico mexicano. Tesis Profesional. Esc. Sup. de Ing. Pesquera, Univ. Autón. de Nayarit, México.
- Santana, H.H. 1997. Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en el Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Saucedo, C. 1982. Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa. Memoria profesional, Esc. Cienc. Mar. Univ. Autón. de Sinaloa, México.
- SEMARNAP. 1996-1997. Anuarios Estadísticos de Pesca 1995-1996. SEMARNAP, México.

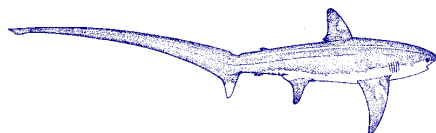
- SEMARNAP.1997. Rendimiento de las embarcaciones mayores del Pacífico de México. Informe Técnico de la Dirección General de Administración de Pesquerías. SEMARNAP, México (inédito).
- SEMARNAP. 1995. Relación de solicitudes para la pesca de pez espada, tiburón y escama en general, frente a las costas de Baja California. Informe Técnico de la Dirección General de Administración de Pesquerías. SEMARNAP, México (inédito).
- SEPESCA. 1985. Anuario estadístico de pesca 1984. SEPESCA, México.
- SEPESCA. 1987. Acuerdo que regula el aprovechamiento de las especies marlin, pez vela y pez espada conocidas comúnmente como picudos, en la Zona Económica Exclusiva del litoral del océano Pacífico. *In*: SEPESCA (ed.). Síntesis pesquera 1982-1987. SEPESCA, México: 157-168.
- Shingu, C., P. K. Tomlinson & C.L. Peterson. 1974. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific ocean, 1967-1970. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 16: 65-230.
- Sosa-Nishizaki, O., R. Pacheco, R.L. Castro, J.L. Grijalva y J. de la Rosa. 1992. Estudio biológico pesquero del pez espada (*Xiphias gladius*) y otras especies de picudos, marlins y pez vela. Reporte anual CICESE-CANAINPES, Ensenada, B.C. México.
- Squire, J.L. & D.W. Au. 1989. Management of striped marlin (*Tetrapturus audax*) in the Northeast Pacific a case for local depletion and core area management (Unpublished Manuscript).
- Squire, J.L. & A. Muhlia. 1992. A review of striped marlin (*Tetrapterus audax*), swordfish (*Xiphias gladius*), and sailfish (*Istiophorus platypterus*) fisheries and resource management by Mexico and United States in the northeast Pacific ocean (Unpublished Manuscript).
- Squire, Jr. L.J. & Z. Susuki. 1988. Migration trends of striped marlin (*Tetrapturus audax*) resources in the Pacific ocean. *Contr. Int. Billfish Symp.*, Kailua-Kona, H.I., Aug 1-5, 1988.

- Suda, A. & M.B. Shaefer. 1965. General review of the Japanese longline fishery in the eastern tropical Pacific east of 130° W. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. 9: 307-462.
- Suzuki, Z. & M. Honma. 1977. Stock assesment of billfishes in the Pacific. Working paper, Billfish stock assesment workshop, Honolulu, HI, 5-16 Dec, 1977.
- Taniuchi, T. 1990. The role of elasmobranch in Japanese fisheries. NOAA Tech. Rep NMFS 90: 415-426.
- Ueyanagi, S. 1974. A review of the world commercial fisheries for billfishes. In: Shomura, R.S. & F. Williams (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and contributed papers. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675 (2): 1-11.
- Ueyanagui, S. & Wares, P.G. (1975). Synopsis of biological data on striped marlin, *Tetrapturus audax* (Philippi), 1887. In: Shomura, R.S. & F. Williams (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and contributed papers. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675 (3): 132-159.
- Ueyanagui, S., R.S. Shomura, W. Watanabe & J.L. Squire. 1989. Trends in the fisheries for billfishes in the Pacific. In: Strond, H.R. (ed.). Planning the Future of Billfishes. Research and Management in the 90's and Beyond. Proceedings of the second international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii 1-5 August 1988., Part 1. pp 31-45.
- Velez, M. R., F. Márquez F., O. Mendizábal y F. Valdez. 1994. Examen de la pesca de pelágicos mayores en un barco comercial palangrero en el Pacífico central de México (octubre-noviembre, 1988). In: Alfaro Siqueiros, A. (ed.). Memorias del IX Simposium de Biología Marina. Univ. Autón. de Baja California Sur, México: 133-148
- Velez, M. R., O. Mendizábal, F. Valdez y A. Venegas. 1989. Prospección y pesca exploratoria de recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del océano Pacífico. CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Velez, M. R., O.D. Mendizábal, F. Valdez, J. Fajardo, y L. Castillo. 1997. Análisis de la pesca comercial de pelágicos mayores por los barcos palangreros de Manzanillo, Col. en el océano Pacífico

de México (1986-1996). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Velez, M. R., O.D. Mendizábal, F. Valdez, J. Fajardo, y L. Castillo. 1996. Análisis de la pesca comercial del barco palangrero Tiburón III de la flota de Manzanillo, Colima, en el océano Pacífico de México (1992-1996). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la inédito).

Virgen, A.J., E. González, H.C. Severino y S.E. Cruz. 1981. Pesca exploratoria y experimental de tiburón en los litorales de Oaxaca y Chiapas. Ser. Tecnol. Inst. Nal. Pesca 21: 1-10



calamar mar mar gigante

pota

calamar
gigante

calamar

pota

gigante

calamar
calamar
calamar

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DEL CALAMAR

ESPECIE: Calamar gigante (*Dosidicus gigas*).

- Especie de rápido crecimiento y un ciclo de vida corto (2 años).
- Alcanza 80 cm de longitud del manto y casi 9 kg de peso.
- Recurso altamente migratorio 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 LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 120,877 toneladas (MÁXIMO HISTÓRICO).
- Captura 1998: Posible disminución de las capturas por menor biomasa disponible.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Decrece el reclutamiento y puede propiciar que el recurso salga del Golfo de California hacia mar abierto.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Estructurado 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

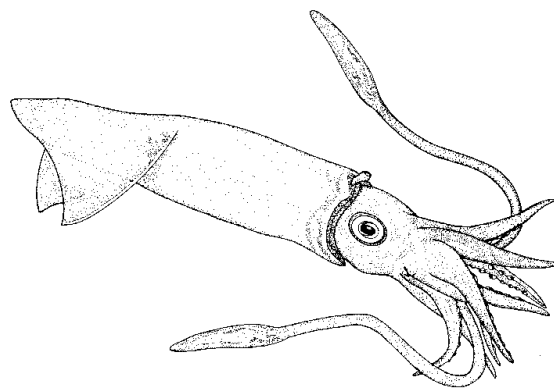
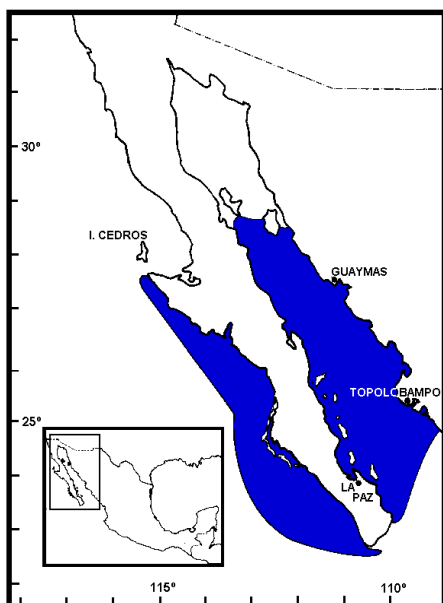


Dosidicus gigas

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

En México el recurso calamar está compuesto de varias especies de los géneros *Loligo*, *Lolliguncula*, *Loliolopsis*, *Illex*, *Ommastrephes* y *Symplectoteuthis*. La mayoría se pesca en forma incidental y el calamar gigante *Dosidicus gigas* es actualmente la única especie de calamar que constituye una pesquería con un grado de desarrollo importante en el Pacífico norte de México.



En 1995 y 1996, la producción pesquera de calamar gigante en Baja California Sur, constituyó el 21.3% y 36.4% y en Sonora el 3.8% y 13%. En el mismo periodo, las capturas de ambos estados ascendieron de 33,726 t a 97,361 t de peso de manto, el 2.8% y 5.4% de la producción pesquera nacional de los mismos años. Durante 1997 se capturaron 120,877 toneladas de calamar gigante, lo que es el máximo histórico de captura (cifras preliminares de la SEMARNAP).

La importancia de este recurso en nuestro país es regional, principalmente en el Golfo de California. Los principales estados productores son Sonora y Baja California Sur

Los ingresos en divisas de calamar en México en los últimos tres años

fueron del orden de 140 mil dólares por exportación de 121 t en 1994, 2.22 millones de dólares por 2,341 t en 1995 y 17.84 millones de dólares por 19,233 t en 1996 (SEMARNAP, 1997).

El mercado nacional e internacional está sujeto a la demanda. Para el mercado nacional se presenta en filete congelado y enlatado, para otros países se procesa como filete congelado, filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores.

La pesca del calamar gigante en el Golfo de California, empezó en 1974, con la operación de una pequeña flota artesanal, la cual pescaba de dos a tres meses durante el verano, cuando el stock se encontraba cercano a la costa. La producción era muy poca y la captura consumida localmente (Ehrhardt *et al.*, 1982b).

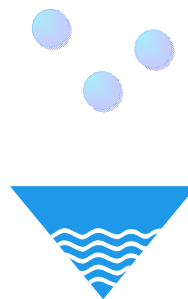


A partir de 1978, con la presencia de altas concentraciones de calamar, una parte de la flota camaronera se incorporó a esta pesquería de manera complementaria a la del camarón en los meses de verano, iniciándose el primer periodo de máximas capturas y la conformación de una flota que explotó a gran escala esta especie de 1979 a 1981.



Durante este lapso se incorporaron alrededor de 285 embarcaciones nacionales de características variables, 15 barcos calamareros japoneses operando a través de empresas de coinversión de capital mexicano-japonés y con ellos nuevas tecnologías que incidieron en el mejoramiento y eficiencia en la captura del calamar, y la flota menor compuesta por pangas de pesca ribereña. En 1981 la pesquería se mantuvo mientras el recurso se encontraba dentro del Golfo de California y posteriormente solo los barcos de las empresas de coinversión siguieron el recurso en su migración fuera del Golfo de California, pescándose en la zona de Cabo San Lucas, B.C.S., costas de Nayarit y Colima.

Los principales países que compran el calamar gigante a México son, Corea del Norte, Japón, Corea del Sur, Hong Kong, Estados Unidos, Chile y España



En el periodo de 1983 a 1987 la escasez del recurso en las áreas de pesca disminuyó notablemente, la pesquería casi desapareció presen-

teros adaptados), conforme el recurso fue incrementando su presencia en las áreas de pesca, alcanzando una captura de 97 mil tonela-

Tabla 1. Unidades de producción de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en los estados de Sonora y Baja California Sur. (Fuente: Delegaciones 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.

tándose solamente capturas esporádicas a lo largo del año.

De 1989 a 1992 se inició nuevamente una pesquería comercial en la que participaron seis embarcaciones calamareras japonesas, controladas por empresas mexicanas, operando en la costa occidental de la península de Baja California y alrededor de las Islas Revillagigedo, además de tres embarcaciones camaroneras adaptadas a la pesca de calamar operando dentro del Golfo de California.

En 1994 se inicia un nuevo periodo en esta pesquería dentro del Golfo de California lo que reactivó la flota nacional (pangas y barcos camaro-

das de peso de manto en 1996 (Fig. 1); en este año, para embarcaciones mayores se autorizaron 150 permisos en el estado de Sonora y uno en el estado de Baja California Sur, mientras que para embarcaciones menores (pangas con motor fuera de borda), los permisos autorizados amparan 646 en el estado de Sonora y 342 en el de Baja California Sur, las unidades de producción son mostradas en el Tabla 1.



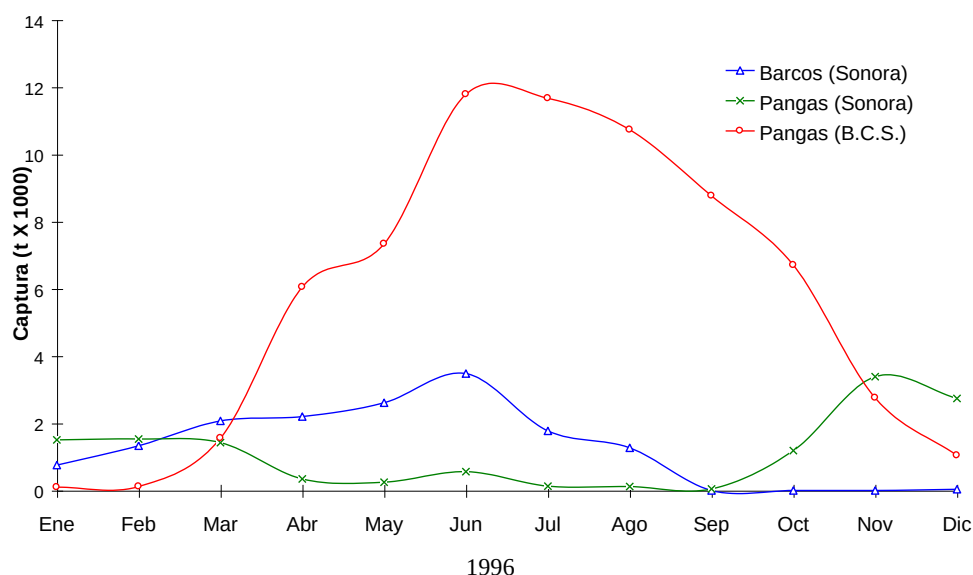


Fig. 1. Variación mensual de la captura de calamar gigante (*D. gigas*) separada por las tres flotas con mayor influencia sobre el recurso.

BIOLOGÍA

Esta especie se distribuye en el océano Pacífico Oriental desde la frontera de México y los Estados Unidos hasta Chile y se encuentra desde la superficie hasta más de 400 metros de profundidad, asociando sus mayores concentraciones a zonas de surgencias, ricas en nutrientes, que sostienen especies que conforman su dieta básica (Suda, 1973).

Dosidicus gigas tiene un ciclo de vida corto de máximo dos años. Presenta altas tasas de crecimiento, alcanzando tallas de alrededor de los 80 cm de longitud de manto (LM) y peso máximo de 9 kg (Ehrhardt *et al.*, 1982a). De la Rosa *et al.* (1992) registraron individuos de una longitud máxima de 97 cm de longitud de manto y peso entero máximo de 37 kg, Hernández-Herrera *et al.* (1997) han estimado que el recluta-

miento de calamar sucede a los seis meses de edad.



El calamar presenta varios picos de desove pero los más importantes por su magnitud suceden en verano e invierno, aunque parece ser que el ciclo reproductivo de la especie no es un proceso estático y definitivo, ya que los cambios de las condiciones oceanográficas en el Golfo de California y aguas del Pacífico tienen gran influencia en la determinación de los picos reproductivos de *Dosidicus gigas* (Ehrhardt *et al.*, 1986).



La talla de primera madurez de las hembras se presenta cuando éstas

alcanzan de 35 a 40 cm de LM, de cuatro a cinco meses de edad; en los machos se observa cuando miden de 18 a 25 cm, de tres a cuatro meses de edad (Ehrhardt *et al.*, 1986). Hernández-Herrera *et al.* (1996) reportan la talla mínima de madurez a los 25 cm de LM para las hembras y de 30 cm de LM para los machos. Mientras que la talla al 50% de reproducción fue de 42.2 y 51.6 cm de LM para hembras y machos respectivamente.

La fecundidad para esta especie fue calculada por Nesis (1970) para la porción sureña del Pacífico (Perú y Chile), para 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 longitud de manto.

La población de calamar gigante en el Golfo de California estuvo compuesta durante 1982 y 1983 por un stock formado de cuatro cohortes; mientras que en 1996 la captura fue sostenida por una sola cohorte dominante

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 con las condiciones ambientales, la influencia de estas últimas sobre la

pesquería no han sido determinadas. Hernández-Herrera *et al.* (1997) reportan que la captura durante 1996 estuvo sostenida por una cohorte dominante, la cual presentó el siguiente crecimiento en talla (LM) en cm y peso (WM) en gr:

$$LM = 87 (1 - e^{(-0.85(t-0.115))})$$

$$WM = 0.013(1 - e^{(-0.85(t-0.115))})^{3.42}$$

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones y equipos

La flota que ha participado en esta pesquería a lo largo del tiempo ha sido muy heterogénea, desde las pangas de fibra de vidrio con motor fuera de borda (eslora de 6 a 8 m), barcos camaroneros y sardineros adaptados para la pesca de calamar (eslora de 20 a 25 m), hasta los barcos calamáreros de diseño japonés, con alta tecnología (eslora de 35 a 63 m).

Por el comportamiento del calamar su captura es nocturna, el modo de la operación de pesca es 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 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 2.0 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 con 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.*, 1982b y De la Rosa *et al.*, 1992).

Para el periodo de 1995-1997, la pesca comercial se desarrolla por tres 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.

El esfuerzo de pesca está regido por la disponibilidad del recurso en las áreas de captura

Ehrhardt *et al.* (1982b) agruparon la flota en seis categorías de embarcaciones y calcularon el poder de pesca, considerando como unidad de esfuerzo la noche de pesca, encontrando diferencias en cada categoría en función del tamaño de las

embarcaciones y modo de operación, mostrando que el comportamiento biológico del recurso es determinante en la captura por unidad de esfuerzo. Los criterios empleados para el establecimiento de las categorías son:

- Dimensiones de la embarcación.
- Poder del sistema de iluminación utilizado.
- Artes de pesca.
- Número de tripulantes.
- Modo de operación de pesca.



En 1980, la flota calamarera estuvo representada por 15 barcos calamareros japoneses, 200 camaroneros, 10 huachinangueros y 60 pangas (Ehrhardt *et al.*, 1982b), cubriendo un esfuerzo nominal de 29,750 noches de pesca durante el periodo de enero a septiembre.

τ Tendencias históricas

Las capturas de calamar han presentado cambios significativos a través del tiempo, ya que como se ha descrito, es un recurso oceánico altamente migratorio que se ha presentado por pulsos de varios años en las costas mexicanas (Fig. 2). Tal es el caso de los periodos 1979-1981, 1988-1992 y el actual iniciado en 1994, con el cual se llegó al máximo histórico en 1997, registrando un total de 120,877 t (Ehrhardt *et al.*, 1986; Secretaría de Pesca,

1981-1994; cifras preliminares de la SEMARNAP).



ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

Para 1997, la infraestructura instalada en el estado de era ya 24 plantas con capacidad de recepción de 781 t diarias y capacidad de procesamiento de 351 t de frescongelado y 264 t en presentación *daruma*, además de 3,873 t de almacena-

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.

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, las variaciones en este número dependen

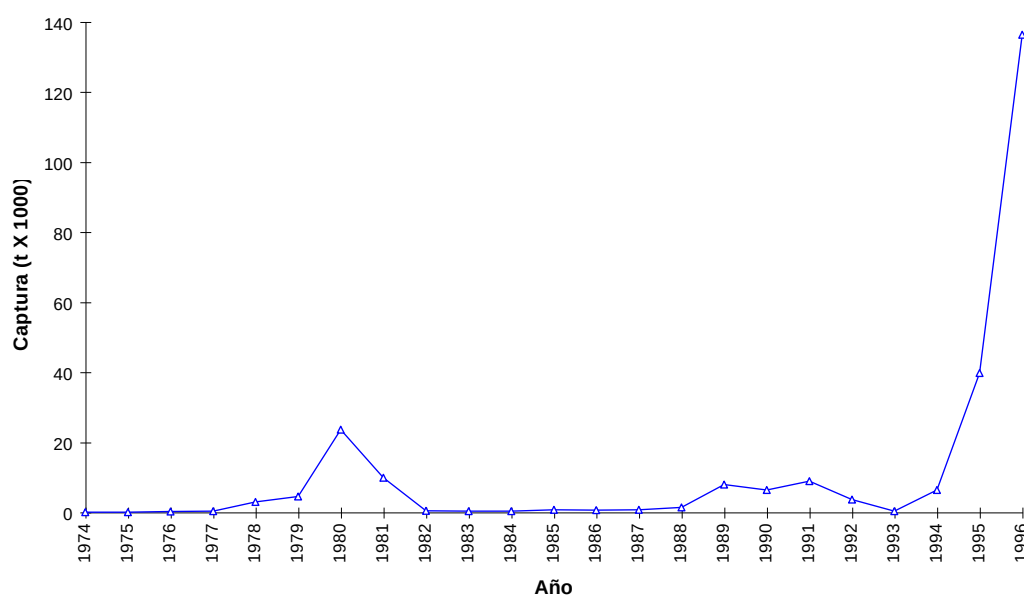


Fig. 2. Tendencia anual de las capturas de calamar gigante (*D. gigas*).

miento. Para el estado de Baja California Sur se cuenta con 9 plantas de recepción.

τ Indicadores económicos

principalmente de la disponibilidad del recurso calamar y de la accesibilidad del recurso camarón, ya que la pesquería de calamar adquiere relevancia cuando la pesquería de camarón entra en periodo de veda, en cuanto a la generación de empleos

indirectos la información es desconocida.

Si se considera el máximo esfuerzo pesquero de pangas y barcos, la pesquería de calamar genera aproximadamente 11,000 empleos directos por mes

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.

Aunque este recurso no cuenta con medidas de regulación establecidas a través de una Norma Oficial Mexicana, el esquema de manejo actual ha sido la regulación de los permisos de pesca controlando al mismo tiempo el esfuerzo sobre la pesquería fundamentando las medidas administrativas aplicadas con evaluaciones de biomasa hechas por el Instituto Nacional de la Pesca, a través del análisis de datos de captura y esfuerzo, así como de la información obtenida por cruceros de investigación.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

La colaboración regional de los grupos de investigación del INP ha permitido desde 1995 avanzar y actualizar el conocimiento de las variables y parámetros biológicos que influyen en el comportamiento de la pesquería.



τ Modelo

i) Análisis de la Estructura Poblacional

A partir del análisis quincenal de los datos de frecuencia de longitudes del manto (30 quincenas del 5-18 de noviembre de 1995 hasta el 17-30 de noviembre de 1996) se identificó la cohorte que soportó las capturas durante 17 quincenas (desde la quincena del 5-18 de noviembre de 1995 a la quincena 16-28 de junio de 1996) y el ingreso de una nueva cohorte después de la quincena del 21 de abril al 4 de mayo de 1996.

Las distribuciones de frecuencia de longitud del manto se extrapolaron mediante un factor proporcional a la captura promedio por embarcación (barcos y panga por separado) entre el peso de la muestra. La distribución de frecuencia obtenida de esta manera corresponde a un índice de

abundancia, ya que la suma del número de individuos en los primeros intervalos de longitud de manto proporcionan un índice de abundancia relativo a la longitud de manto o edad de reclutamiento. De esta forma el índice de reclutamiento $IRec$ para el periodo j se obtuvo como:

$$IRec_j = \frac{\sum_{i=1}^4 Fi, j}{\sum_{j=1}^{17} \sum_{i=1}^4 Fi, j} \dots\dots(1)$$

El numerador de la *ecuación 1* indica la frecuencia total de los primeros intervalos de la quincena j , en tanto que el denominador se refiere al número total de individuos en los primeros intervalos de las 30 quincenas.



ii) Modelación de la Pesquería

Conocida la estructura de la población y el pulso del reclutamiento se utilizó un modelo estructurado por edades. El reclutamiento estacional absoluto fue calculado como una proporción del reclutamiento total (Sparre y Venema, 1995).

Si el número de individuos N de la edad e al tiempo t está representado por $N_{e,t}$ la sobrevivencia a la siguiente edad $e+\Delta t$ fue estimada de la siguiente manera:

$$N_{e+\Delta t, t+\Delta t} = N_{e,t} e^{-(M+Fp+Fb)\Delta t} \dots\dots(2)$$

donde:

M = tasa de mortalidad natural

Fp = tasa de mortalidad por pesca para pangas

Fb = tasa de mortalidad por pesca para barcos

Δt = intervalo de tiempo

El número inicial $N_{e,t}$ de la *ecuación 2* corresponde al reclutamiento a la edad de reclutamiento $eRec$.

La mortalidad por pesca está definida por

$$F_k = q_k f_{k,t} S_{k,e},$$

donde:

q_k = coeficiente de capturabilidad de la flota k (panga o barco)

$f_{k,t}$ = esfuerzo de pesca de la flota k al tiempo t ,

$S_{k,e}$ = selectividad del arte de pesca de la flota k en la edad e , la cual este definida por una curva logística.

Así, la captura en número C por edad e al tiempo t obtenida por cada una de las flotas k ($C_{e,t,k}$) se obtiene como sigue:

$$C_{e,t,k} = \frac{F_k}{F_k + M} N_{e,t} \left(1 - \exp^{-(F_k + M)\Delta t}\right) \dots\dots(3)$$

De tal forma que la captura total en peso al tiempo t obtenida por una flota k ($C_{w,t,k}$) se obtiene al multiplicar el número de individuos por su peso promedio, obtenido con la relación longitud-peso y la ecuación de von Bertalanffy de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C_{w,t,k} = \sum_{e=eR} C_{e,t,k} \bar{w}_e \dots\dots(4)$$

donde:

eR = edad de reclutamiento.

De igual forma, la biomasa de la población al tiempo t (B_t) es calculada con el mismo concepto de la ecuación anterior sustituyendo solamente la expresión $C_{e,t,k}$ por $N_{e,t}$ mediante la ecuación:

$$B_t = \sum_e N_{e,t} \bar{w}_e \dots\dots(5)$$



iii) Ajuste del modelo poblacional y estimación de la incertidumbre

Para esto se utilizó el enfoque Bayesiano, el cual consiste en ajustar el modelo a los datos observados, con la idea de obtener una función de densidad de probabilidad posterior de los

parámetros (McAllister *et al.*, 1994), la cual se utilizó para analizar las estrategias de manejo.

Los datos observados corresponden a las capturas mensuales obtenidas por cada una de las flotas y la estimación de biomasa obtenida de la prospección (cruceros de investigación) en la zona de pesca. El valor de la prospección se utilizó como información auxiliar para optimizar el resto de los parámetros (Deriso *et al.*, 1985).

El teorema de Bayes proporciona la probabilidad posterior de un estado de la naturaleza θ_j dado los datos D :

$$P(\theta_j / D) = \frac{P(D / \theta_j) P(\theta_j)}{\sum_j P(D / \theta_j) P(\theta_j)} \dots\dots(6)$$

donde:

$P(q_j / D)$ = probabilidad posterior de un estado de la naturaleza q incierto

$P(D/q)$ = probabilidad de los datos dado el valor de q

$P(q)$ = probabilidad de q antes de que los datos sean analizados (probabilidad anterior).

En el modelo propuesto, q representa los parámetros qk , (barcos o pangas), M , y $RecTot$ (reclutamiento total). La expresión $P(D/q)$ es obtenida a través de una función de ve-

rosimilitud. Como función de verosimilitud se utilizó un función log-normal negativa comparando simultáneamente los datos observados (capturas) con el valor obtenido mediante la ecuación 4 cuando k corresponde a la captura de los barcos y a la de las pangas en cada mes.

La verosimilitud sobre la biomasa aplicó como dato observado, el valor de la prospección del 5 en Marzo de 1997 y como valor esperado el resultado de la ecuación. La función utilizada se describe a continuación:

$$L(D/\theta_i) = n \left[LN(\sigma) + \frac{1}{2} LN(2\pi) \right] + \sum \frac{(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{2\sigma^2}$$

.....(7)

donde:

$\hat{Y}_i$ = valor estimado

$\bar{Y}_i$ = valor observado.

Esta función se calculó de manera independiente con los datos de pangas, barcos y biomasa (mes de enero de 1997) y posteriormente se multiplicó para maximizar la verosimilitud de los datos dados los parámetros. La fuente de incertidumbre esta representada por la desviación estándar la cual consistió de dos fuentes: 1) la desviación estándar del estimado de biomasa y 2) el error en el modelo utilizado.

El error en el modelo incluye la incertidumbre total, y se basa en el hecho de que las predicciones no describen de manera “perfecta” los datos observados, ya sea por error en los datos (registros de captura y esfuerzo) o porque algunos de los supuestos (parámetros constantes) no se cumplen. Así, la incertidumbre

total está representada por la desviación estándar de las desviaciones al cuadrado de los datos observados respecto con la predicción teórica (Hilborn y Walters, 1992).

Una mayor aplicación de la estadística bayesiana se logra mediante la incorporación de la probabilidad anterior de los parámetros en el teorema de Bayes (Hilborn *et. al.*, 1994). Sin embargo, dado que no existe suficiente información anterior, esta probabilidad se consideró uniforme y no informativa (Box y Tiao, 1973), por lo que todo el peso del análisis se dejó sobre la información de los datos de captura (McAllister *et al.*, 1994).

τ Estado Actual de la Pesquería del Calamar Gigante

En el caso de la pesquería de *D. gigas* como otras pesquerías de pulpos y calamares, se utiliza como medida de manejo el escape proporcional constante, el cual indica la proporción de biomasa adulta que debe sobrevivir al final de la temporada de pesca si esta fuera únicamente sometida a la mortalidad natural. En la pesquería de *D. gigas* el punto de referencia biológico (PRB) utilizado lo constituye el $F_{\%BR}$, es decir, el nivel de mortalidad por pesca que permite la supervivencia de un determinado porcentaje de biomasa reproductora (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez, 1997).

cohortes con una cohorte anual do-

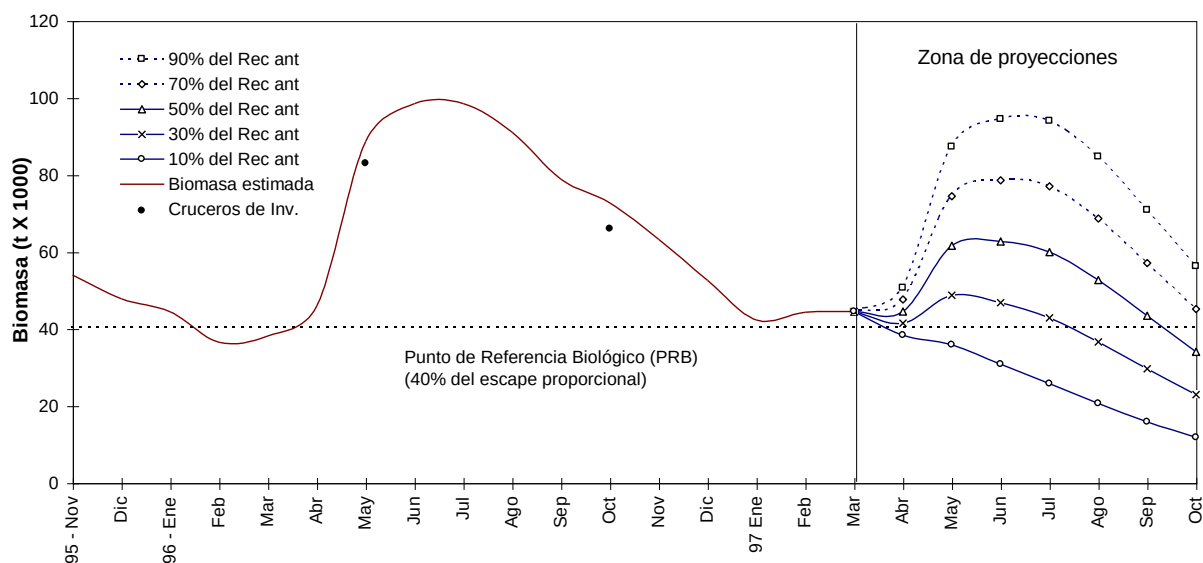


Fig. 3. Biomasa estimada de calamar gigante (*D. gigas*) para el periodo 1995 - 1997, con la simulación de la incertidumbre en la intensidad del reclutamiento esperado en los meses de abril a junio de 1997

Esto con el fin de tener una población adulta que a través de la reproducción, pueda generar una cantidad de individuos jóvenes que teóricamente puedan sustentar la pesquería en la siguiente temporada. Para lograr lo anterior, el escape proporcional constante debe ser al menos el 40% de la biomasa adulta (Rosenberg *et al.*, 1990).



Para la temporada 1995-1996, se observó que la explotación del calamar está sostenida por varias

minante, la cual se recluta durante los meses de abril a junio (Hernández-Herrera *et al.* 1997). Para el mes de mayo de 1996 se observó simultáneamente la presencia de calamares con tallas entre 60 y 80 cm de longitud de manto, y con tallas entre 28 y 45 cm de longitud de manto, es decir, el fin de una cohorte compuesta por individuos “viejos” y la incorporación de una nueva cohorte de individuos “jóvenes” reflejo del éxito del desove.



Durante este periodo la incorporación de nuevos individuos y un es-

cape proporcional estimado entre el 55 y 62% (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez, 1996), promovió el desarrollo de la pesquería mediante la incorporación de esfuerzo pesquero, obteniéndose para 1996 una captura mayor a las 100,000 t de peso vivo de calamar.

De acuerdo con las estimaciones de biomasa realizadas en mayo y octubre de 1996 y con los niveles de esfuerzo registrados, en marzo de 1997 el escape proporcional alcanzado fue del 44.5% (Fig. 3).



La biomasa en explotación se ha mantenido por encima del punto de referencia lo que le da a esta pesquería el estatus de *pesquería en desarrollo* pero conlleva el riesgo de su potencial variable tanto por movimientos migratorios como por el tamaño de cada nuevo reclutamiento.

Para mantener los niveles actuales de esfuerzo, es necesario evaluar la intensidad del nuevo reclutamiento, que permita estimar el valor de escape proporcional de la nueva cohorte en la pesquería, lo que no permite un buen pronóstico del potencial a futuro sino a corto y mediano plazo. Sin embargo, las características de este stock, compuesto principalmente por una cohorte dominante son: que es altamente migratorio, con una mortalidad natural alta, gran potencial reproductivo y con grandes variaciones

en el reclutamiento definidas posiblemente por variables independientes al esfuerzo de pesca, lo que hacen posible la disminución de las capturas sin llegar al colapso de la población.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

De acuerdo con el análisis anteriormente descrito y con el fin de mantener el objetivo de manejo (escape proporcional), en la *figura 3* se presenta la estimación de biomasa para el año de 1995-1996, así como la simulación del comportamiento de la población manteniendo los niveles actuales de esfuerzo y variando las intensidades de reclutamiento.

Las acciones de manejo aplicadas a este recurso se plantean como objetivos a corto plazo. Como ya se señaló, esta pesquería es inestable por lo que la proyección es a su vez para periodos cortos (menores a un año), debido a que las fluctuaciones en la biomasa y las capturas dependen totalmente del reclutamiento inicial y de la disponibilidad del recurso.

Las proyecciones de biomasa de calamar asumen un patrón de reclutamiento similar al del año anterior debido a que como en la mayoría de las pesquerías de cefalópodos el reclutamiento es imprevisible, este es el principal riesgo en la toma de decisiones acerca de manejo en esta pesquería, ya que como se observa,

cualquier cambio en el tiempo o en la intensidad del mismo llevan implícita la duración de la temporada de pesca en la cual se puede alcanzar el PRB objetivo.

Por ejemplo, si se observa un reclutamiento del 10% con respecto al del año anterior, el PRB se alcanzaría en abril, pero un reclutamiento del 50% con respecto al del año anterior, permite alcanzar el PRB hasta el mes de septiembre, en cualquiera de los casos, esto tiene relación con la duración de la temporada de pesca y el esfuerzo de pesca que se aplique, aunque también existe el riesgo de que al escoger un reclutamiento equivocado, se rebase el PRB sin percibir este problema dentro de la pesquería.

La incertidumbre sobre el reclutamiento se puede disminuir realizando cruceros que ayuden a calibrar los modelos utilizados con estimaciones directas de la biomasa (Fig. 3).



Las cifras preliminares de la SEMARNAP indican que el reclutamiento en 1997 tuvo condiciones muy favorables, puesto que tuvo un nivel aproximado del 90% con respecto al año anterior.



CAMPOS DE COLABORACIÓN

Actualmente se están realizando reuniones bimensuales de los diferentes sectores involucrados en la pesquería del calamar en Guaymas, Sonora, donde participan los miembros de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPES) sección calamar, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Unidad Guaymas; Subdelegados de Pesca, Jefes de Oficina de Pesca, directores de los Centros Regionales de Investigación Pesquera, 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 a tiempo real.

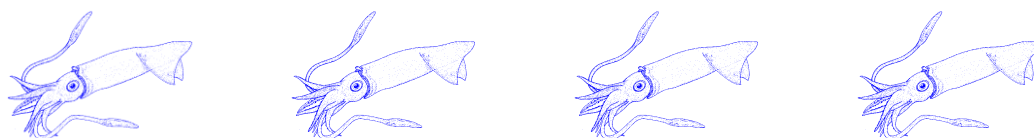


También se han establecido convenios de cooperación con diferentes instituciones de investigación (CIBNOR, S. C. Unidad Guaymas, UNAM y CICESE) en los cuales se pretende abordar de manera conjunta o complementaria aspectos que permitan conocer mejor la biología básica del recurso, así como la dinámica de su población dentro del Golfo de California.



influenciados por la variabilidad ambiental, lo cual aumenta el riesgo y la incertidumbre en el manejo del mismo.

Todo este esfuerzo se desarrolla con el fin de predecir con certeza el volumen de las capturas de *D. gigas*, sin embargo, como ya se mencionó, este recurso presenta altas fluctuaciones a corto plazo en sus niveles de abundancia ocasionados posiblemente por cambios en el reclutamiento, o movimientos migratorios



REFERENCIAS

- Box, G.E.P. & G.C. Tiao. 1973. Bayesian Inference in Statistical Analysis. Addison-Wesley, Reading, MA.
- De la Rosa, M., J.T. Silva, V.M. García-Tirado y S. García-Peña. 1992. El calamar una pesquería en desarrollo. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Deriso, R.B; T.J. Quinn II & P.R. Neal. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. Can.J. Fish. Aquat. Sci 42: 815-824
- Ehrhardt N.M., P.S. Jacquemin, A. Solís-Nava, F. García-Badillo, G. González-Dávila, J. Ortiz-Cobos y P. Ulloa-Ramírez. 1982a. Crecimiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. Ciencia Pesquera 3: 33-39.
- Ehrhardt N.M., P.S. Jacquemin, G. González-Dávila, P. Ulloa-Ramírez, F. García-Badillo, J. Ortiz-Cobos y A. Solís-Nava. 1982b. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera 3: 41-60.

- Ehrhardt, N.M., A. Solís-Nava, P.S. Jacquemin, J. Ortiz-Cobos, P. Ulloa-Ramírez, G. González-Dávila y 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.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojórquez, O. Nevárez-Martínez, A. Balmori y 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.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales, M.A. Cisneros y G.I. Rivera. 1997. Estrategia de explotación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) con base en el escape proporcional, como un punto de referencia biológico. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Hilborn, R., E.K. Pikitch & M.K. McAllister. 1994. A Bayesian estimation and decision analysis for an age-structured model using biomass survey data. *Fisheries Research* 19: 17-30.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York.
- McAllister, M.K., E.K. Pikitch, A.E. Punt & 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.
- Nesis, K.N. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*. 10: 108-118.
- Nevárez-Martínez. O. y E. Morales-Bojórquez. 1996. Estimación rápida del rendimiento, mortalidad por pesca esfuerzo potencial del calamar gigante *Dosidicus gigas* del Golfo de California. CRIP Guaymas. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Nevárez-Martínez. 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, México. *Oceánides* 12 (2): 97-105.
- Rosenberg, A.A., G.P. Kirkwood, J.A. Crombie & J. R. Beddington. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fisheries Research* 8: 335-350.

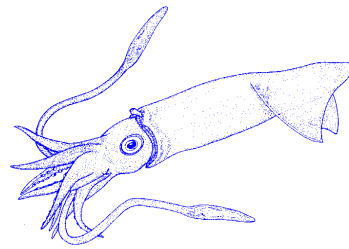
Secretaria de Pesca. 1981-1994. Anuarios Estadísticos de Pesca. SEPESCA, México.

SEMARNAP. 1996. Anuario Estadístico Pesquero 1995. SEMARNAP, México.

SEMARNAP. 1997. Indicadores de la Producción Pesquera: Cifras Preliminares. SEMARNAP, Subsecretaría de Pesca, Dirección de Estadística y Registro Pesqueros. México.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico de Pesca. 306.1 (1): 1-440.

Suda, A. 1973. Development of fisheries for non conventional species. J. Fish. Res. Board. Canada, 30: 2121-2158.



negro

amarillo

chino

abulón
abulón

rayado

azul
azul

aplanado

negro

amarillo

amarillo

amarillo

chino

azul

abulón

rojo
rojo

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE ABULÓN

ESPECIE: Abulón azul (*Haliotis fulgens*) y abulón amarillo (*H. corrugata*).

- Pesquería con más de un siglo de antigüedad.
- Esta pesquería ha fomentado el desarrollo de diversas comunidades costeras en la península de Baja California
- Organismos longevos (20 años) y lento crecimiento.
- Poblaciones susceptibles a cambios climáticos y a la sobrexplotación.
- El valor de la producción disminuyó de 54.2 millones de USD en 1991 a 37.1 millones de USD en 1996.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 924 toneladas, 16% con respecto al máximo histórico (1951).
- Captura 1998: Disminución de las capturas por reducción de un 25 % de cuotas.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Decrece el reclutamiento y el crecimiento, mayor mortalidad natural.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Dinámico de biomasa de Schaefer con anomalías térmicas.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro

MEDIDAS DE MANEJO

- Talla mínima, vedas espaciales y temporales, reducción de cuotas de captura por cooperativa y por especie (NOM-005-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Que la biomasa del año $t+1$ sea mayor a la del año t .

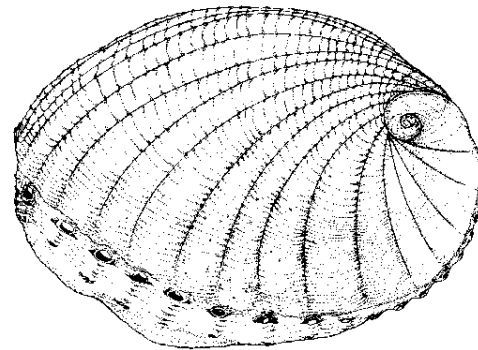
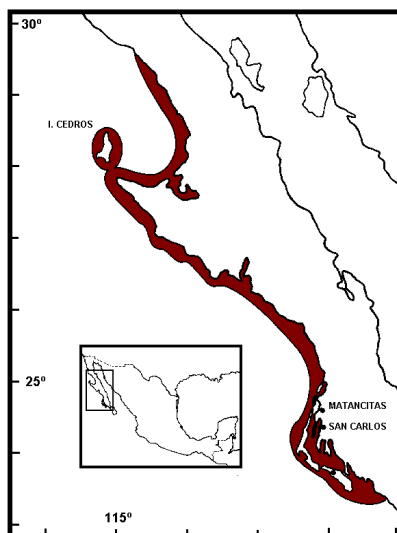
ABULÓN

Haliotis sp

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesquería del 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, México. Su gran demanda a nivel internacional hace que sea un producto de alto valor comercial, fincándose en él, la actividad tanto económica como social de las comunidades pesqueras establecidas en esa región.



En 1996 ocupó el cuarto lugar en generación de divisas, después del camarón, el atún y la langosta (SEMARNAP, 1996).

El abulón azul y el abulón amarillo, constituyen alrededor del 98 % de la captura total de abulón en Baja California

Las especies de abulones 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).

Dada la alta demanda del abulón en el mercado internacional, el abulón ocupa el 4° lugar en generación

Los abulones amarillo y azul contribuyen aproximadamente con el 98% de la captura total (Tabla 1).



Esta pesquería tuvo sus inicios en México desde el año 1860 con la incursión de los chinos, quienes tuvieron como base de operaciones San Diego California, posteriormente, en su lugar ingresaron buceadores 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 movilizar la pesquería 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).

Entre 1950 y 1960 las capturas se incrementaron y se organizó la industria pesquera, orientada hacia la sardina, atún, langosta roja y abulón. En 1950, el Sr. Ruffo Sandoval, estableció la Empacadora Baja California en Ensenada, B.C. Para 1958 la Cooperativa California de San Ignacio se instaló en Bahía Asunción, B.C.S. (Ortíz y León, 1988).

Antes de que los pescadores mexicanos ingresaran a la pesquería del abulón, ésta era realizada por chinos y japoneses. A mediados de 1940, (80 años después del inicio de la pesquería en California), los pescadores mexicanos empezaron a integrarse en organizaciones cooperativistas

Tabla 1. Porcentaje de especies en la captura anual de abulón por zonas administrativas de la península de Baja California (León y Muciño, 1996).

Zonas de Pesca									
Año	I						III		
	amarillo	azul	negro	rojo	chino	rayado	amarillo	azul	
1990							0.2	89.8	
1991							5.6	84.4	
1992							5.4	84.6	
1993	2.6	87.2	3.8	1.8	4.5	1.2	9.6	80.4	
1994	1.5	86.9	6.1	2.0	3.1	0.4	9.0	71.0	
1995	11.3	86.5	1.2	0.3	0.7	0.0	25.2	74.8	37.2
1996	8.2	90.4	0.8	0.2	0.4	0.0	19.1	80.5	36.2

Actualmente la explotación del abulón se rige en un esquema de permisos y concesiones. Dentro de esta actividad se tienen registradas 22 sociedades cooperativas



Las capturas en los últimos años han disminuido en general y al parecer la tendencia continuará a menos que se tomen medidas adecuadas de manejo.

Actualmente 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 permisionadas en otros y 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 (Fig. 1).



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 tróficas de protección y competencia por sustrato y alimento. Son de hábitos nocturnos y fototropismo negativo, tienen sexos separados (dioicos) y su fertilización es externa.

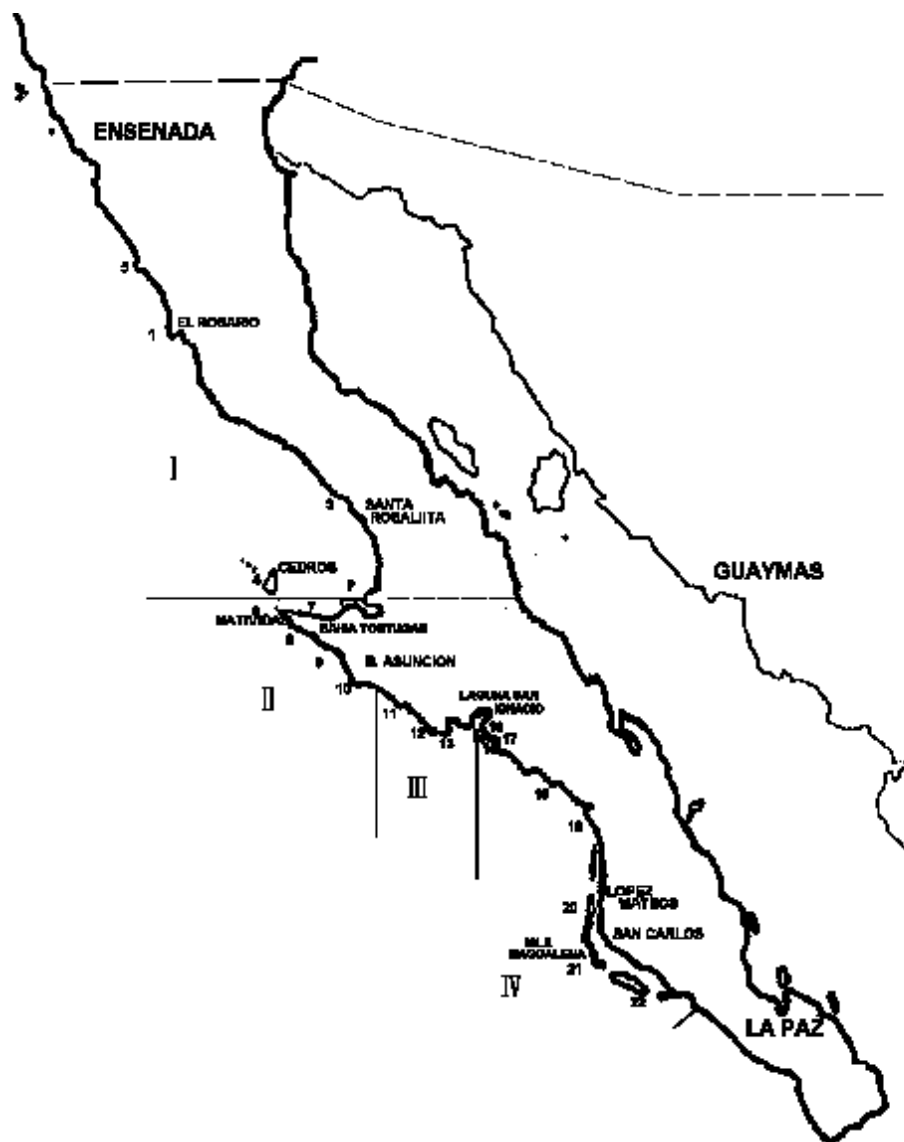


Fig. 1. Zonas geográficas reglamentadas para la captura de abulón y ubicación de las cooperativas pesqueras en la península de Baja California. México

Vega *et al.* (1994) han hecho una revisión espacial y reciente de la distribución batimétrica de las especies de abulón.

Tanto el abulón azul como el amarillo, se distribuyen y explotan desde Islas

Coronado, B.C. hasta la punta sur de Isla Margarita, B.C.S. pero las mayores concentraciones se encuentran desde Isla de Cedros hasta Punta Abreojos.



La distribución batimétrica del abulón azul es desde el piso mediolitoral hasta los 24.0 m de profundidad, con una 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 (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. Los stocks son poco abundantes a causa de enfermedades naturales como el síndrome de deterioro o la deshidratación (Vega *et al.*, 1994 y 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. Su

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. Su 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 (Valles, 1993).

La mayor abundancia de las especies más representativas de abulón, con respecto a la profundidad es:

Azul: 1.5 a 9.0 m
Amarillo: 8.0 a 28.0 m
Rojo: 6.0 a 18.0 m
Chino: 24.0 a 29.0 m

Además de las anteriores existen otras especies de abulón que son capturadas de vez en cuando. 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

la 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).



Comúnmente 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), aunque 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).

En la mayoría de los casos, el desove se presenta una vez al año, por lo general entre otoño e invierno con mayor intensidad

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.

Las larvas véliger después de tres o cuatro días 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.

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).

La composición por especies en la captura en los últimos años ha variado para cada zona.

En la **zona I** las especies representadas en las capturas son el abulón azul, amarillo, negro, chino, rayado y rojo. En la temporada 1993 el porcentaje máximo fue de 87.2% de abulón azul y el mínimo fue de 0.2% de abulón rayado, disminuyendo paulatinamente en las siguientes temporadas. En 1996 se tenía un porcentaje máximo de 90.4% en abulón azul, mientras que para el abulón rayado no hay registros, las demás especies de abulón, como el chino, el rojo y el negro comprenden sólo el 1.5% de la producción. Para 1997 la composición ha seguido el mismo patrón.

Tabla 2. Talla de madurez al 50% por especies de abulón y zonas en la península de Baja California, México. (Tomado de Lelevier, *et al.*, 1989)

ESPECIE	ZONAS DE PESCA				FUENTE
	I	II	III	IV	
Rojo	150	-	-	-	Ortíz y González (1986)
	169	-	-	-	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	170	-	-	-	Molina (1986)
Chino	-	-	133	-	Vega <i>et al.</i> (1994)
Negro	124	126	-	-	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	-	-	120	-	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	-	-	119	-	
Azul	148	148	147	122	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	145	152	125	117	Guzmán del Proó <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)
Amarillo	130	135	132	110	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	129	138	132	120	Guzmán del Proó <i>et al.</i> (1980)
	-	121	-	-	Vega <i>et al.</i> , (1994)

- No existen reportes

En la **zona II**, la composición de especies en la captura está sustentada en el abulón azul y amarillo. En algunas cooperativas de la parte norte se 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 93.4% y 6.6%, respectivamente y para el año de 1997 fue aproximadamente de 80.9% y 19.1%.

En la zona II, el abulón azul predomina en la composición de la captura: para 1996 fue el 80.9 % del total. Por su parte, el abulón amarillo registró el 19.0 % de la captura total ese mismo año

En la **zona III**, las capturas también se basan en el abulón azul y amarillo. En 1990 la composición para ambas especies fue de 89.8% y 10.2%, respectivamente. Se ha observado una disminución paulatina en el abulón azul, de tal forma que para 1997, los porcentajes fueron aproximadamente del 63.8% y 36.2%. En esta zona se presenta una aparente alternancia entre las especies que integran las capturas, aunque en realidad se debe a la disminución de una de ellas.

En la zona III, las especies que son explotadas son también el abulón azul y amarillo (63.8 % y 36.2% en 1996, respectivamente), aunque la proporción entre ambas especies registrada en la captura varía por cambios de abundancia de alguna de sus poblaciones

En la **zona IV**, la especie de abulón azul, es la única que se registra en las capturas comerciales, con el 100.0%, no obstante que existen poblaciones de abulón amarillo en las áreas de influencia de las cooperativas.

El 100% de la captura comercial registrada en la zona IV, la constituye el abulón azul

La longevidad ha sido estimada indirectamente en 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 (1986) ha hecho estimaciones de fecundidad en los haliótidos de Baja California

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 dicha actividad, intervienen tres personas: el buzo, el cabo de vida y el bombero. El primero busca y captura el abulón; el cabo de vida, 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 abulón se extrae mediante buceo semiautónomo y con un "arrancador" que tiene señaladas las tallas mínimas de captura autorizadas para cada especie



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 Ortiz, 1992).

τ 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 2* se presenta la producción global de abulón obtenida en la península de Baja California durante el período de 1940-1996.



Los registros de producción han sido actualizados con base en la revisión de libros y archivos de las sociedades cooperativas, de 1981 a 1990.

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 las 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 contadas zonas de la costa.

El registro formal de la extracción de abulón inició en 1941. El máximo valor de producción durante dicho periodo fue de casi 6,000 toneladas registradas en 1950

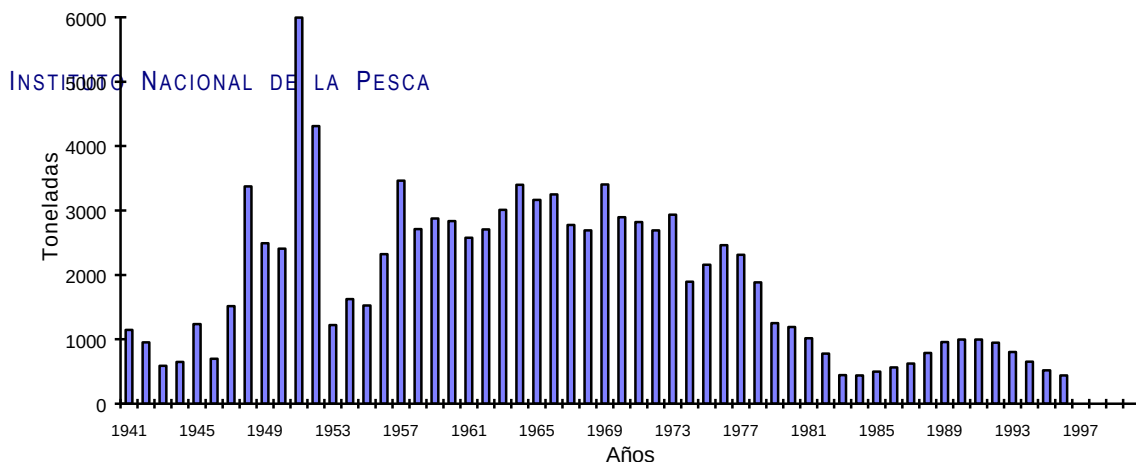


Fig. 2. Tendencia histórica de la captura total de abulón en la península de Baja California México. Fuente: Información de los libros y archivos de las cooperativas abuloneras.

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.

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

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 el año de 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 productor, debido a la carencia de control sobre el esfuerzo aplicado, tallas mínimas y época de veda; además coincidieron con 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 poblacio-

nes. Se observaron cambios en la composición, abundancia y dominancia de flora y fauna; así como la alteración física del sustrato 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.

A pesar de que desde 1981 la pesquería de abulón se regulaba dentro de un esquema de vedas y tallas mínimas; sus poblaciones no tuvieron una recuperación total, debido a que no fueron suficientes las medidas de manejo aplicadas

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).

Como refuerzo al sistema de manejo de pesca de abulón, en 1990 se agregaron las cuotas de captura y esfuerzo permisible

Entre 1990 y 1992 se observó una tendencia al estancamiento y en algunas zonas productoras se detectaron decrementos en mayor o menor grado en sus 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 (ind/m²) y la abundancia para cada zona y temporada.



Por lo anterior, en la temporada 1995-1997, 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. 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.

τ Pesca incidental

Dado que la extracción del 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. Para esta última zona el

rango disminuyó entre 0.30% y 2.20% en 1997.

τ Interacción con otras pesquerías

Por lo general, los equipos y los artes de pesca se utilizan exclusivamente para la captura de abulón, y en caso de que estos sean utilizados para la captura de otras especies, no se considera que implique interacción con otras pesquerías.



ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ 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 Adolfo López Mateos (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

τ 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 el 100% de abulón se comercializa en presentación de enlatado y un pequeño porcentaje entero vivo.

Presentación en trozo

Como producto de la disminución de las capturas, el valor de la producción bajó de 54.242 millones de dólares en 1991 a 37.107 en 1996 (Fig. 3).

Presentación con concha

Independiente de la demanda de abulón enlatado a nivel nacional e internacional, la concha de este re-

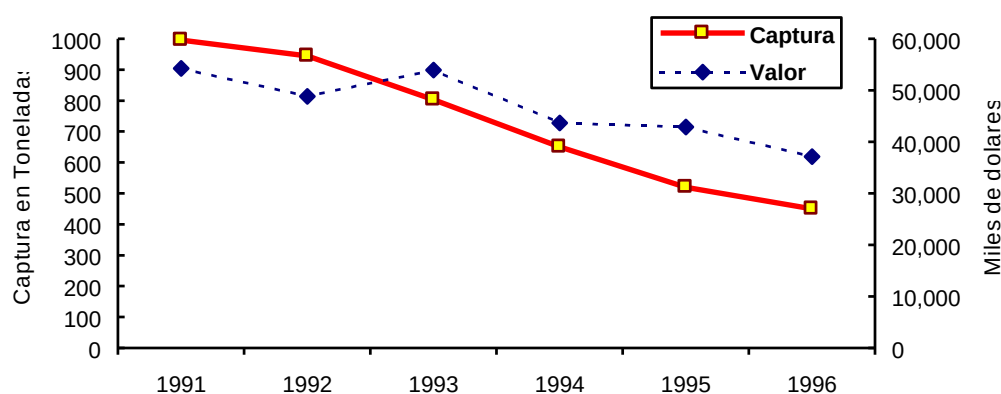


Fig. 3. Tendencia de la captura de abulón exportada y el valor económico, 1991-1996. (Fuente: Captura: Registros de las S.C.P.P.; Valor: *Ocean Garden Inc.*)

El costo aproximado en 1997 de una caja con 48 latas de abulón de primera estaba entre 1,100 a 1,500 USD en el mercado internacional.

La demanda a nivel nacional es relativamente escasa, puesto que es un producto de alto valor comercial. 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 cada una. En ocasiones se comercializa abulón de primera cuando existen solicitudes especiales (León y Ortíz, 1992).

curso es también requerida por ambos mercados para su procesamiento artesanal y trabajos de joyería. Los precios por tonelada de concha de abulón son semejantes en ambos mercados y manejados también en divisa estadounidense. Hasta 1991, la demanda y precio de la tonelada de concha de abulón negro de primera calidad se cotizaba en aproximadamente 11,100 USD, seguido por la concha de abulón azul de primera en 7,600 USD y la de abulón amarillo de primera 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, lo que provocó que grandes volúmenes de concha (300 a 500 t), quedaran almacenadas en bodegas de las Cooperativas.

Esta situación se originó por la baja producción de concha de abulón negro, altamente codiciado para procesos artesanales y al desplome del precio de la concha de abulón azul hasta un precio de 1,000 a 2,000 USD por tonelada. La incursión de otros proveedores de este producto a dicho mercado también influyó al respecto.



El mercado nacional de este producto representado por artesanos principalmente del estado de Michoacán, se vio ligeramente incrementado adquiriendo sólo concha de la especie azul. Sin embargo su demanda no es comparable a la oriental. Actualmente los precios se han mantenido en esos mismos niveles. 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 (Diario Oficial de la Federación, 31.12.93) y por la NOM-009-PESC-1993 (Diario Oficial de la Federación, 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 (Fig. 1) 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. 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 presente. Éste además considera otras medidas como las tallas mínimas de captura y las vedas estacionales para zonas

concesionadas y permisionadas a cooperativas.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

La información que se ha utilizado en el modelo mencionado a partir de 1996 es la captura y la abundancia obtenida de prospecciones (Muciño *et al.*, 1998). Por otro lado, existe información del esfuerzo nominal, pero ésta no se consideró en el análisis porque en el caso de recursos bentónicos como el abulón la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) no es un buen índice de abundancia (Perry *et al.*, 1997). En el caso del abulón los buzos no se distribuyen aleatoriamente en el área de pesca, sino que se dirigen hacia ciertos bancos donde la abundancia es mayor. Si se considera además que por lo general los abulones tienden a la agregación aún después de la pesca (Prince, 1992), la CPUE permanece alta aún cuando la abundancia total ha disminuido considerablemente.

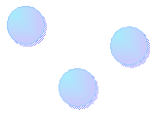
Asimismo existe información sobre fecundidad, talla de reclutamiento reproductor, crecimiento, mortalidad, relaciones biométricas, pero es necesario confirmar y actualizar las estimaciones antes descritas.

Una de las principales fuentes de error en las estimaciones de la biomasa de recursos bentónicos como los abulones es la determinación de la magnitud de los bancos abuloneros, ya que está relacionado directamente con la estimación de la biomasa.

τ Modelo

El manejo de las pesquerías de abulón se ha basado en la mayoría de los casos en el establecimiento de una talla mínima legal (TML) y en menor grado en cuotas de captura, las cuales han sido utilizadas por décadas, pero a menudo sustentadas en modelos cuantitativamente poco robustos (Breen, 1992).

La aplicación del *modelo de rendimiento por recluta* de Ricker por Doi et al (1977) y Sainsbury (1977), constituyen los primeros análisis formales de las pesquerías del abulón (Breen, 1992), que hasta antes de 1978, prácticamente no existían (Mottet, 1978).



Según Breen (1992), esto se debe a:

- Las técnicas para evaluación de poblaciones se desarrollaron en un principio para peces.
- Los abulones son sésiles y tienden a agregarse, lo que dificulta la aplicación de técnicas que requieren usar la CPUE, además de que la determinación de la edad es difícil e impide la aplicación de modelos estructurados por edades.
- El reclutamiento es estocástico, por lo que no se cumplen las condiciones de equilibrio requerida por los primeros modelos de stock-reclutas.

- Las pesquerías de abulón parecen ser propensas a colapsos impredecibles.



Con base en la información disponible sobre el abulón en la Península de Baja California y tomando en cuenta las consideraciones de Breen (1992), la evaluación de esta pesquería se realizó con el *modelo dinámico de biomasa de Schaefer* (Hilborn y Walters, 1992). Éste se modificó para incluir el efecto ambiental en la dinámica.

El modelo está definido por:

$$B_{t+1} = B_t + r(a_{t1})B_t \left(\frac{B_0 - B_{t1}}{B_0} \right) - C_t \dots (1)$$

donde:

r = tasa intrínseca de crecimiento

B_0 = biomasa virgen

C_t = captura al tiempo t

B_{t1} = biomasa al tiempo t_1

Como variable ambiental se utilizó el negativo más uno de la anomalía de la *temperatura superficial del mar* (TSM) en el año t (Sierra et al., 1998) y se calculó como:

$$a_t = 1 - TSM_t \dots (2)$$

TSM_t = Anomalía de la temperatura superficial del mar en el año t



En general las pesquerías se desarrollan antes de que exista conocimiento básico sobre las poblaciones y registros de captura (Smith, 1993), por lo que es importante conocer si antes del registro de datos el *stock* ya había sido explotado (Hilborn y Mangel, 1997).

En el caso del abulón es evidente que las capturas se empezaron a registrar después de iniciada la explotación, por lo que fue necesario estimar la biomasa inicial como:

$$B_{inicial} = BoP$$

donde:

P = parámetro de proporcionalidad



El ajuste del modelo consistió en comparar las biombras pronosticadas por el modelo con las estimadas mediante muestreo directo (Muciño *et al.* 1998) en las diferentes zonas de captura.

Dada la gran variabilidad presente en la pesquería del abulón, las acciones de manejo se realizan bajo incerti-

dumbre, de manera que las decisiones tomadas con esa información pueden estar sujetas a error (Restrepo *et al.*, 1992).

En este caso lo apropiado es medir esta incertidumbre expresada en términos de probabilidad (Lindley, 1983; Hilborn, 1987).

Para estimar la distribución de probabilidad de los parámetros Bo , r y P se utilizó el *Teorema de Bayes* (Hilborn y Walters, 1992), el cual está dado por:

$$P(\theta_j | D) = \frac{P(D | \theta_j) P(\theta_j)}{\sum_j P(D | \theta_j) P(\theta_j)} \dots (3)$$

donde:

$P(\theta_j | D)$ = probabilidad posterior de un estado de la naturaleza θ incierto

$P(D | \theta)$ = probabilidad de los datos dado el valor de θ

$P(\theta)$ = probabilidad de θ antes de que los datos sean analizados (probabilidad anterior)



En el modelo propuesto, θ representa los parámetros Bo , r y P , mientras que $P(D | \theta)$ es la probabilidad de las biombras estimadas de manera directa B_{tobs} dados los parámetros Bo , r y P , la cual es obtenida mediante una función de *verosimilitud* (FV) con distribución normal de la forma (Hilborn y Mangel, 1997):

$$L(Bt_{obs}|Bo, r, P) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(Bt_{obsi} - Bt_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad \dots(4)$$

3. Asignar la máxima verosimilitud al valor de cada parámetro.

4. Expresar la verosimilitud en términos de probabilidad.

donde:

$L(Bt_{obs}|Bo, r, P)$ = verosimilitud de las biomazas observadas Bt_{obs} dados los valores de B_o , r y P

Bt_{obs} y Bt_i = biomazas observadas y predichas por el modelo para el año i respectivamente.

σ_i = desviación estándar de la biomasa observada



τ Definición de puntos de referencia biológicos

Tabla 3. Clasificación de las condiciones de las pesquerías de acuerdo con la evaluación obtenida y acciones a tomar.

Est	< 1 Estado 1: el stock se encuentra abajo del nivel óptimo $\Rightarrow$ Se requiere de estrategia de recuperación
	> 1 Estado 2: el stock se encuentra arriba del nivel óptimo $\Rightarrow$ La pesquería tiene potencial de desarrollo
	$= 1$ Estado 3: el stock se encuentra en su nivel óptimo $\Rightarrow$ La pesquería se encuentra en un nivel adecuado

La estadística bayesiana permite la incorporación de probabilidades anteriores a los parámetros (Hilborn *et al.*, 1994), pero dado que éstas no están disponibles para el abulón, se consideraron uniformes y no informativas. El procedimiento de estimación consistió en:

1. Generar números aleatorios con distribución uniforme de los parámetros B_o , r y P .
2. Estimar la máxima verosimilitud con la ecuación 4.

El manejo tradicional de los recursos pesqueros se basa en *puntos de referencia biológicos* (PRB) que permiten definir una determinada estrategia de pesca y se derivan de los modelos que caracterizan la dinámica de las poblaciones (Sissenwine y Shepherd, 1987).

Los PRB como estrategias de manejo dependen de las condiciones del stock bajo estudio y pueden ser concebidos bajo enfoques "precautorios", "riesgosos" u "óptimos" (Mace, 1994).

El uso del *modelo dinámico de biomasa* para el manejo de recursos

pesqueros se basa en que la *producción excedente máxima* (PEM) se obtiene cuando la biomasa de la población es la mitad de lo que tendría en su condición virgen ($Bo/2$), y si este nivel se mantiene constante entonces es posible obtener un *rendi-*



Ya que el nivel de poblaciones de abulón que existe en los campos pesqueros de estas cooperativas, se

Tabla 4. Estatus de la pesquería del abulón azul y amarillo en las zonas de explotación de las Cooperativas I, II y III en la Península de Baja California, México. Las cifras están en toneladas.

SCPP/Especie	Bt Actual	Bo/2	Bt Actual/[Bo/2]	Producción Excedente Actual	Producción Excedente Máxima	Cociente entre P.E. Actual y P.E. Máxima
Cooperativa I						
Azul	294.229	689.175	0.439	54.457	80.717	0.675
Amarillo	99.007	231.546	0.514	8.093	11.882	0.681
Cooperativa II						
Azul	90.407	128.929	0.734	28.816	31.938	0.902
Amarillo	21.689	54.155	0.474	6.581	10.300	0.639
Cooperativa III						
Azul	196.647	518.003	0.429	41.523	67.161	0.618
Amarillo	173.267	157.080	1.239	28.772	36.069	0.798

Los valores de Bt Actual/[Bo/2] no coinciden con la división de BtActual entre Bo/2, que ya estos fueron obtenidos a partir del VE de la distribución Bt Actual/[Bo/2]. En el caso de PEM fueron obtenidos directamente, puesto que no pueden ser estimados a partir la distribución PEA/PEM .

miento máximo sostenido (RMS). Por tanto, el punto de referencia objetivo (PRO) en la pesquería del abulón es llevar la biomasa de la población a $Bo/2$.

τ Estado de la Pesquería del Abulón

El análisis que se describe a continuación se llevó a cabo para los campos abuloneros de las 22 cooperativas. Para fines de ilustración, se describe en detalle el resultado para tres de ellas, las cuales se denominarán, con fines de confidencialidad: CI, CII y CIII.

les puede considerar a éstos como representativos para toda la península.

Para definir el estado (*Est*) del recurso el primer paso consistió en conocer si la biomasa actual Bt_{Actual} (1997) es mayor o menor a $Bo/2$ y se obtuvo como:

$$Est = \frac{Bt_{Actual}}{[Bo / 2]}$$

y a partir del cual se ubicó la situación del stock en una de las tres categorías de acuerdo con la *tabla 3*.

Cooperativa I

Las biomásas observadas de la población de abulón azul en la zona en que opera esta cooperativa mostraron una drástica caída de 1991 a 1994, por lo que se determinó reducir las cuotas de captura, con base en las evaluaciones científicas del Instituto Nacional de la Pesca.

Como consecuencia de esta reducción, a partir de 1995 la biomasa se incrementó durante las últimas dos temporadas (Fig. 4a).

El *valor esperado* (VE) de la distribución posterior de la biomasa actual y de $Bo/2$ fue de 294 y 689 t, respectivamente (Fig. 4c); en tanto que el VE de la tasa $Bt_{Actual} / [Bo/2]$ fue de 0.439 (Fig. 4e).

Lo que significa que la biomasa actual es el 43.9% del nivel de máxima productividad (Tabla 4). De acuerdo con la distribución posterior de la producción excedente actual (PEA), esta se ubicó entre 34 y 75 t, con un VE de 54 t, mientras que para la PEM el VE fue de 80 t (Fig. 4d). Esto implica que en este momento la productividad del stock es el 67.5% de lo que podría obtenerse si la biomasa se incrementa hasta $Bo/2$ (Tabla 4).

En lo que respecta al abulón amarillo, la tendencia de la biomasa en las últimas tres temporadas muestra también un ligero incremento como respuesta a la disminución de la captura, aunque no tan evidente como en el abulón azul (Fig. 4b).

En este caso, los resultados fueron 0.5 t para el VE de la tasa $Bt_{Actual} / [Bo/2]$ (Fig. 4h) y 0.7 t para la

relación PEA/PEM (Tabla 4), lo cual indica que la biomasa actual es el 51.4% del nivel óptimo, y que la producción actual es el 68.1% de la productividad máxima.

La distribución posterior del abulón azul de $Bt_{Actual} / [Bo/2]$ fue más estrecha ($cv = 0.18$) que la del amarillo ($cv = 0.37$); lo cual indica que existe más incertidumbre asociada al proceso de ajuste del modelo a los datos observados en la segunda especie y, por tanto, se tiene menos precisión para determinar el estado actual del stock de abulón amarillo.

Ya que se asumió en el modelo un error de observación relacionado con los datos (Polacheck *et al.*, 1993), los cuales a su vez también han sido estimados con error; y aunando esto a la variabilidad ambiental (anomalías de la temperatura superficial del mar), *la probabilidad de que Bt_{Actual} sea mayor que $Bo/2$ es cero*, puesto que ninguno de los intervalos de la distribución posterior de $Bt_{Actual} / [Bo/2]$ en ambas especies es mayor a la unidad (Figs. 4e y h).



Por consiguiente, aún cuando las prospecciones de biomasa en las dos últimas temporadas indican que ésta se ha incrementado, ambas especies en la zona de Bahía Tortugas se ubican en la categoría de pesquerías que requieren estrategias de recuperación porque todavía no llegan al

Punto de Referencia Objetivo (Tabla 3).

Tanto la población de abulón azul como la de amarillo en la zona concesionada a la Cooperativa I, requieren de una estrategia de recuperación, ya que sus niveles de biomasa están por debajo de la máxima producción excedente.

Cooperativa II

La tendencia de la biomasa del stock de la población de abulón azul en la zona concesionada a la Cooperativa II presenta un comportamiento similar al observado en la Cooperativa I.

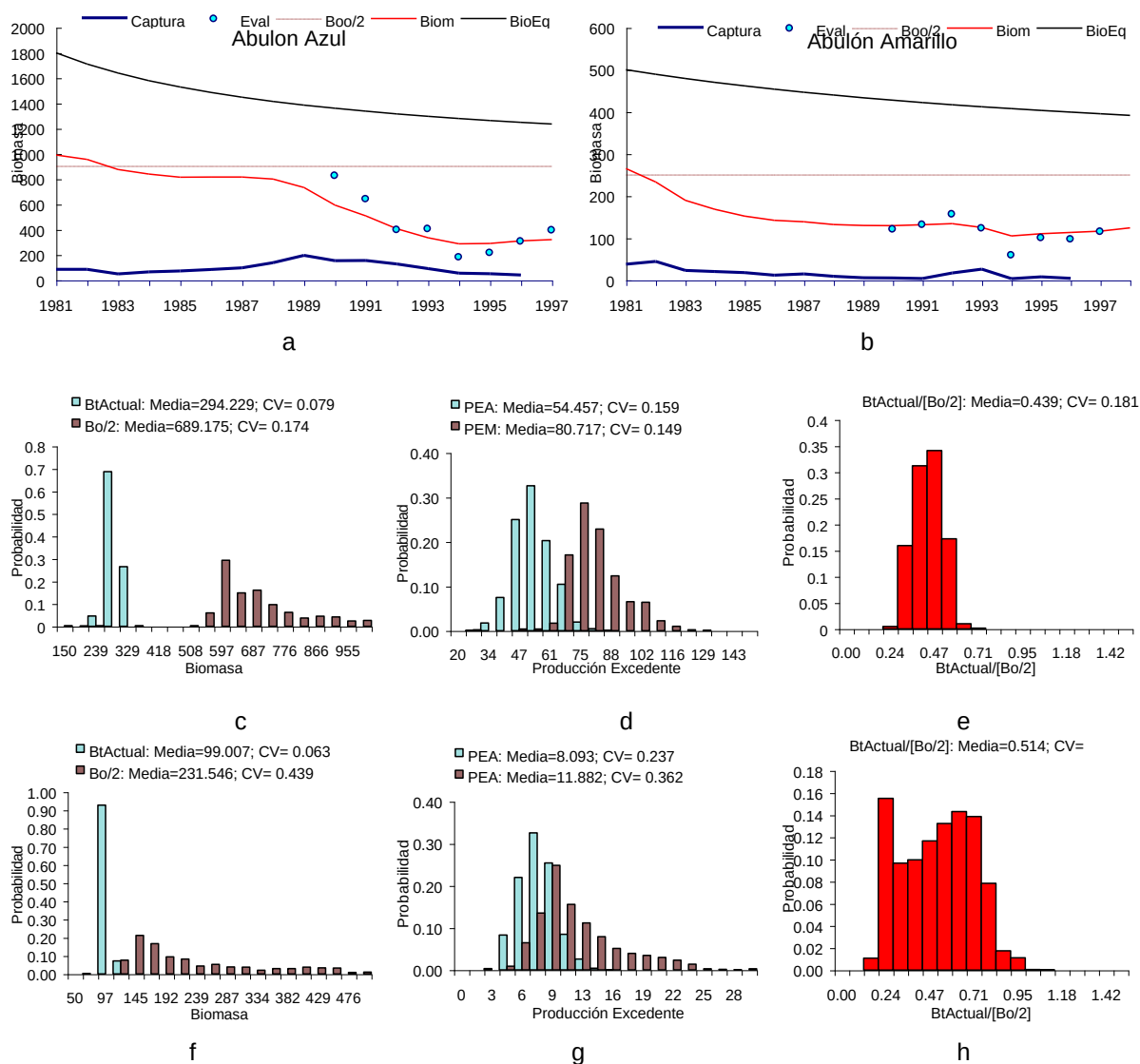


Fig. 4. a) Ajuste del modelo de producción excedente de Schaefer en su versión dinámica (Hilborn & Walters, 1992) a los datos de biomasa de abulón azul (a) y amarillo (b) estimadas de manera directa en la zona de la Cooperativa I; (c),(d) y (e): estatus del abulón azul; (f),(g) y (h): estatus del abulón amarillo.

Esto es, se caracteriza por una disminución entre 1991 y 1995 pero mostrando una recuperación en los dos últimos años, con 74 t en 1996 y 120 t en 1997 (Fig. 5a).

Aun cuando el valor más reciente de biomasa está muy cerca del nivel de $Bo/2$ (Fig. 5a), la distribución posterior de la biomasa en 1997 da

como resultado un VE de 90 t, cuyo rango de distribución deja en el extremo derecho al valor estimado en 1997 (Fig. 5c). Esto se debe posiblemente a que las prospecciones de biomasa en el último año la sobrestiman. Si se considera que las seis prospecciones anteriores son correctas, no es posible explicar biológicamente

gicamente un incremento de 74 a 120 t de 1996 a 1997



Se observa que la distribución posterior de Bt_{Actual} y la de $Bo/2$ (Fig. 5d) están casi separadas. La región traslapada corresponde al 2.4% (Fig. 5e), por lo que sólo existe una probabilidad de 0.024 de que la biomasa actual sea mayor que $Bo/2$.

A pesar de que sólo existe una probabilidad de 0.024 de que Bt_{Actual} sea mayor que $Bo/2$, en realidad el VE de la distribución posterior de $Bt_{Actual}/[Bo/2]$ señala que la biomasa actual es el 73.4% del Punto de Referencia Objetivo, lo que significa que la biomasa actual está relativamente cerca del nivel óptimo (Figs. 5a y e).

Lo anterior se puede corroborar también con la distribución posterior de la producción excedente actual y la máxima donde se observa que la primera es ligeramente inferior a la segunda (Fig. 5d). El cociente entre éstas es de 0.9 (Tabla 3) por lo que se concluye que en términos de producción excedente, la población actual es capaz de producir el 90% del valor máximo.



Por tanto, considerando el estado del recurso tanto en términos de biomasa como en producción excedente el stock de la población de abulón azul en la zona de explotación de la Cooperativa II se ubica dentro de la categoría de pesquerías que requieren estrategias de recuperación (Tabla 3).

Las poblaciones de abulón azul y amarillo ubicadas en la zona concesionada para su explotación a la Cooperativa II, requieren de una estrategia de recuperación, a pesar de que las prospecciones de biomasa indiquen que ésta se ubica al nivel óptimo

En lo que respecta al abulón amarillo, el VE de la biomasa actual fue de 22 t en tanto que el de $Bo/2$ fue de 54 t (Fig. 5f). El VE de la tasa entre estas dos distribuciones (Fig. 5h) señala que en 1997 la biomasa de esta especie en la zona de pesca de la Cooperativa II es el 47.4% del PRO. Y aún cuando la variación es relativamente amplia ($cv = 0.4$), no existe posibilidad de que ésta sea mayor al PRO.

El rango de la producción excedente actual se ubicó entre 4 y 8 t, con un VE de casi 7 t y de 6 a 15 t en la producción excedente máxima con VE de 10 t (Fig. 5g). Dividiendo

ambos VE se obtiene 0.64; por tanto, el abulón amarillo en esta zona también se ubica en la categoría de pesquerías que requieren estrategias de recuperación ya que la biomasa actual es menos de la mitad del nivel

La biomasa de la población de abulón azul en esta zona presenta una tendencia decreciente de 1992 a 1995 con incrementos en 1996 y 1997. Sin embargo, a diferencia de las dos zonas anteriores, las

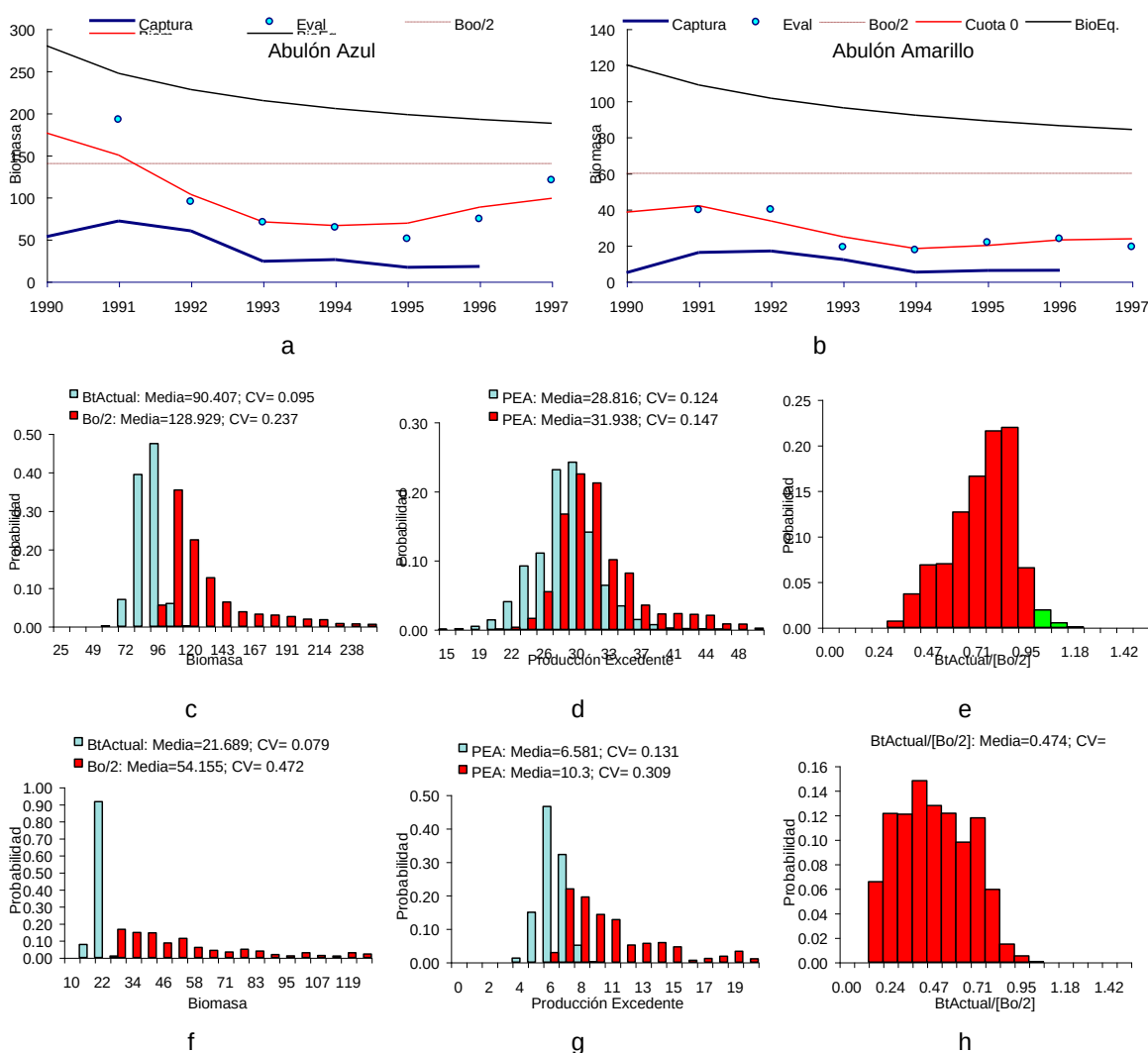


Fig. 5. a) Ajuste del modelo de producción excedente de Schaefer en su versión dinámica (Hilborn & Walters, 1992) a los datos de biomasa de abulón azul (a) y amarillo (b) estimadas de manera directa en la zona de captura de la Cooperativa II (c),(d) y (e): estatus del abulón azul; (f),(g) y (h): estatus del abulón amarillo.

óptimo.

Cooperativa III

biomasa estimadas en 1990 y 1991 son inferiores a las obtenidas en 1992 y 1993 (Fig. 6a).

En este caso, el modelo para abulón azul no describe de manera satisfactoria la biomasa observada en las prospecciones, ya que aún cuando la curva trazada con la mejor combinación de parámetros predice de manera aceptable los últimos cinco datos, no lo hace bien con los primeros tres. (Fig. 6a).

Una posible explicación es que la biomasa en 1992 fue sobrestimada, o que los dos primeros datos están subestimados por las prospecciones, asumiendo que el modelo es correcto. Si por otro lado se asume que los datos de biomasa son correctos, entonces se deduce que el modelo no permite describir la dinámica de la población.

Siguiendo la lógica de los supuestos del modelo, la población tiende a crecer cuando disminuye la captura, y decrece cuando aumenta la captura. Con base en lo anterior, en 1992 la captura de abulón azul en esta zona disminuyó de 103 a 62 t y la biomasa se incrementó como se puede observar para 1992 en la *figura 6a*.



Por tanto, el incremento de la biomasa en 1992 y 1993 puede ser explicada por la disminución de la captura en 1992, por errores de muestreo o porque el modelo no puede describir ciertos cambios en la población.

En algunas ocasiones cuando se supone que ciertos datos son erróneos (porque los resultados no concuerdan con la realidad u otras razones), éstos son eliminados del análisis. Sin embargo, los datos "dudosos" fueron incluidos en el análisis, ya que aún cuando el modelo no describe de manera satisfactoria los datos observados, existe una evidencia de que la biomasa al final de 1992 y 1993 debió ser mayor a la de 1991, de tal manera que los posibles errores, tanto en datos como en el modelo quedan incluidas en la incertidumbre total.



Lo que muestra el análisis para esta zona es la importancia en señalar que entre más lejos estén los datos observados de las predicciones del modelo, más incertidumbre existe en la estimación de los parámetros y en las variables implicadas.

Si los datos "dudosos" son eliminados del análisis, entonces disminuye la incertidumbre y las estimaciones son mas precisas pero siempre habrá un sesgo y el valor real del parámetro o la variable de interés quedará fuera del rango de la estimación, y por consiguiente las recomendaciones serán erróneas.



En este análisis se consideró que es mejor obtener un estimado poco preciso pero que incluya al valor real

y no una estimación con menor incertidumbre pero sesgada.

Los resultados del análisis realizado considerando los posibles errores señalados en los párrafos anteriores indican que la mayor probabilidad del

ésta está entre 100 y 250 t con un VE de 198 t (Fig. 6c).

El VE de la distribución posterior de $Bt_{Actual}/[Bo/2]$ fue de 0.43 (Fig. 6e), lo que implica que la biomasa actual es menos de la mitad del nivel óptimo

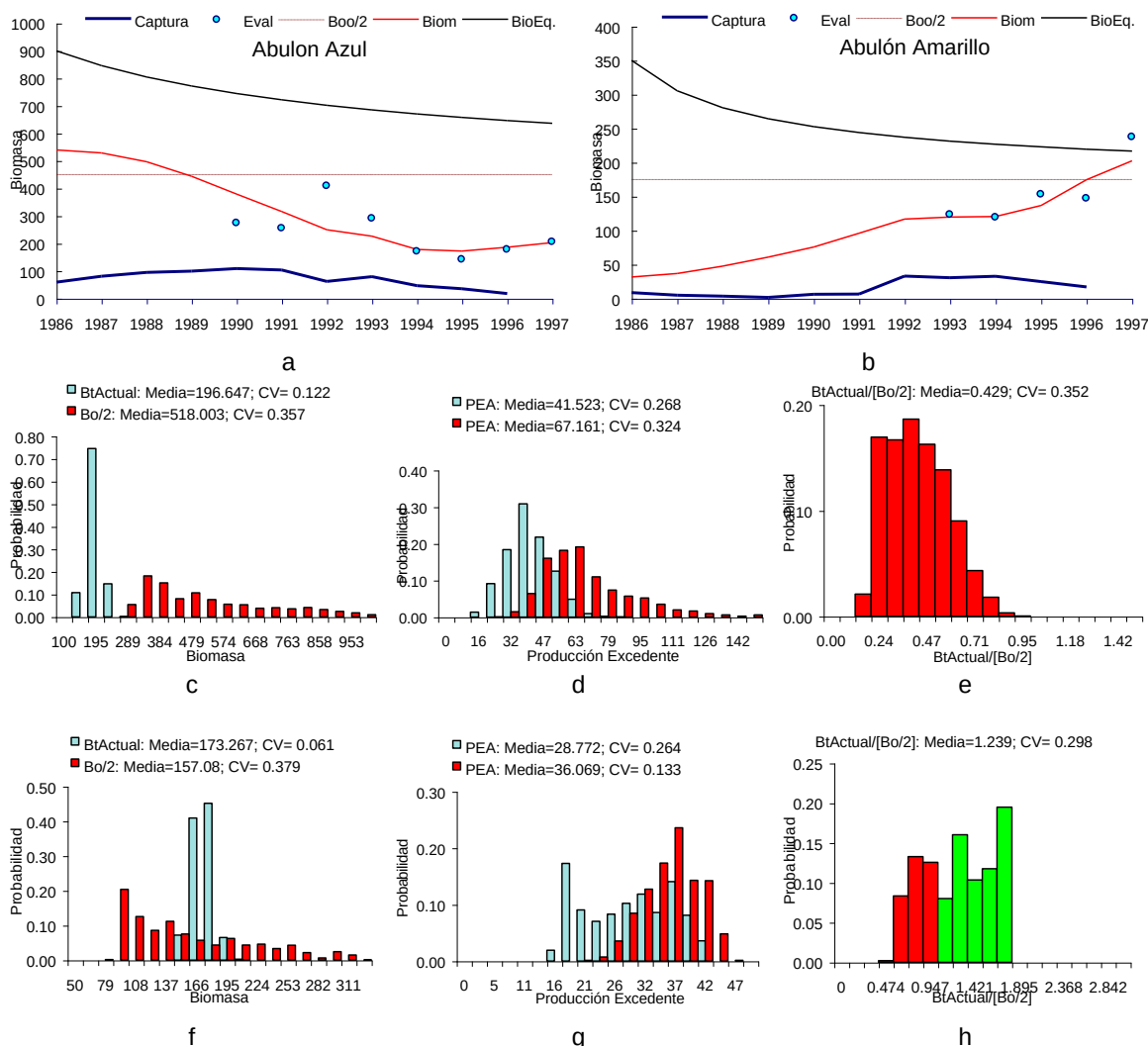


Fig. 6. a) Ajuste del modelo de producción excedente de Schaefer en su versión dinámica (Hilborn & Walters, 1992) a los datos de biomazas de abulón azul (a) y amarillo (b) estimadas de manera directa en la zona de captura de la Cooperativa III (c),(d) y (e): estatus del abulón azul; (f),(g) y (h): estatus del abulón amarillo.

nivel de biomasa actual indica que

(43%) y que, de acuerdo con el rango

de esta distribución no existe ninguna posibilidad de que B_t actual sea mayor que $Bo/2$.

Asimismo, la distribución posterior de la producción excedente actual es inferior a la producción excedente máxima (Fig. 6d). La razón PEA/PEM da 0.618, que equivale a que la producción excedente actual es el 62% de lo que se podría obtener si la biomasa de la población estuviera alrededor de $Bo/2$. Es importante notar que el coeficiente de variación de las distribuciones posteriores fue mayor al obtenido en las zonas analizadas anteriormente. Esto se debe a un ajuste más pobre del modelo a los datos.



Por tanto el abulón azul en la zona concesionada a esta cooperativa, es una pesquería que también requiere de recuperación.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Uno de los productos de la evaluación de recursos marinos es la proyección bajo diferentes escenarios de manejo (Gavaris, 1993; Smith y Gavaris, 1993).



En recursos en los cuales el estado actual es de sobre-aprovechamiento, el objetivo de manejo es definir estrategias para recuperar la máxima productividad del stock y la estabilidad de la pesquería (Rosenberg y Brault, 1993).

Dado que en el caso del abulón la producción excedente máxima es un *punto de referencia objetivo* que tendría que ser alcanzado a largo plazo, el paso inmediato es evitar al menos que la biomasa futura sea menor a la actual. Para ello se establece un *punto de referencia limite* o PRL (Caddy & Mahon, 1995). Este consiste en que la biomasa proyectada a un tiempo t ($B_{t_{Proy}}$) no deberá ser menor a la biomasa actual a pesar de la extracción anual de una cuota c . De tal manera que, para asegurar que la biomasa futura sea mayor a la biomasa actual, la tasa $B_{t_{Proy}} - c / B_{t_{Actual}}$, debe ser mayor a la unidad.

Incertidumbre y Riesgo

Debido a que ningún modelo puede explicar perfectamente los datos observados, es evidente que las biomasa proyectadas serán inciertas. La incertidumbre puede originarse de datos con errores de observación (e.g. capturas, biomasa observadas), errores de proceso en la dinámica de la población (Polacheck *et al.*, 1993) o en la formulación de un modelo no adecuado (Schnute, 1987; Schnute y Hilborn, 1993).

Si el proceso de evaluación está sujeto a error, entonces el manejo se

realiza bajo riesgo. Existen dos tipos de riesgos generales que deben ser considerados en la formulación de estrategias de manejo (Mace, 1994):

- 1) El riesgo de que las capturas sean menores a la productividad del stock, que es el riesgo para la pesquería.
- 2) El riesgo de que el stock disminuya a niveles críticos y se colapse, lo que implica el colapso de la pesquería.



Dado que el trabajo con incertidumbre es ineludible, es necesario que para el manejo de recursos pesqueros se presenten las diferentes opciones, así como los riesgos y consecuencias asociados a cada una de las posibles alternativas de manejo (Francis, 1992).

De acuerdo con la *teoría de decisiones*, el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso en un determinado tiempo (Francis, 1992; Cordue y Francis, 1994).



En el caso del análisis de riesgo para el manejo del abulón, este se definió como "la probabilidad de que $Bt_{Proy}-c$ sea menor que la biomasa actual". Para ello se estimó la *distribución de probabilidad* de la tasa $Bt_{Proy}-c/Bt_{Actual}$ y se obtuvo de la siguiente manera:

1. Se generaron números aleatorios con distribución uniforme dentro un rango determinado de los parámetros B_0 , r y P .
2. Se calculó la verosimilitud con la *ecuación 4*.
3. Se proyectó la biomasa al año t , con la cuota c .
4. Se calculó la biomasa en el año actual.
5. Se obtuvo la tasa $Bt_{Proy}-c/Bt_{Actual}$.
6. Se asignó el valor de la verosimilitud máxima a la clase correspondiente a $Bt_{Proy}-c/Bt_{Actual}$.
7. Se dividió la verosimilitud máxima acumulada en cada clase entre la suma de todas las clases.

Una vez obtenida la distribución posterior de $Bt_{Proy}-c/Bt_{Actual}$ el riesgo se obtuvo al sumar las probabilidades de las tasas menores a uno de la siguiente manera:

$$P[Bt_{Proy} - c / Bt_{Actual}] < 1 = \sum_{i=\min}^1 P_i[B_{Proy} - c / Bt_{Actual}]$$



La distribución posterior de la producción excedente actual obtenida de cada una de las especies en las tres zonas analizadas representa la pro-

ducción que la población puede generar con el nivel de biomasa actual. Si se extraen capturas hacia la derecha del valor esperado de la distribución de producción excedente actual, la biomasa tiende a disminuir, ya que aún cuando están dentro del rango de distribución, son valores poco probables y, por consecuencia, se está removiendo más de lo que el sistema produce en exceso. Si se opta por extraer valores a la izquierda la biomasa crece; mientras que si sólo se extrae el valor esperado de la producción excedente actual, la biomasa teóricamente no disminuirá ni se incrementará.



Asignación de cuotas

En el proceso de asignación de cuotas de captura para la temporada 1997 se analizaron 10 opciones diferentes de cuotas de captura para las especies azul y amarillo para cada una de las cooperativas. Sin embargo, en este documento se presentan solo tres de ellas para el abulón azul, ya que son las que incluyen las alternativas extremas desde el punto de vista de la toma de decisiones.



Las opciones presentadas son las siguientes:

Opción 1. Analizar las consecuencias de continuar durante los próximos cinco años (1998 a 2002) con la cuota de captura asignada en 1996.

Opción 2. Mostrar que si se elige como cuota un valor superior al valor esperado de la producción excedente actual la biomasa tiende a disminuir y por tanto no se cumplirá con el objetivo de manejo.

Opción 3. Elegir como cuota de captura un valor cercano al valor esperado de la producción excedente actual, concebida como el máximo riesgo permitido, en el cual la posibilidad de éxito o fracaso estaría alrededor del 50%.

Cooperativa I

En la *figura 7a* se presenta la proyección determinística de la biomasa con las tres opciones definidas previamente. La línea sólida de color rojo que pasa a través los puntos de biomasa observadas representa la biomasa estimada por el modelo proyectada hasta el año 2002 con $C = 0$ (sin captura).



La proyección con la cuota asignada en 1996 (40 t) ha sido marcada con la línea azul gruesa, donde se observa que la biomasa continúa creciendo, tal como se ha comportado a partir de 1995. Con la opción 2 (65 t) la proyección indica que la biomasa tendería a disminuir, en tanto que con

la opción 3 (53 t) la biomasa se mantendría alrededor del nivel obser-

observar gráficamente que de continuar con una cuota de 40 t, la distri-

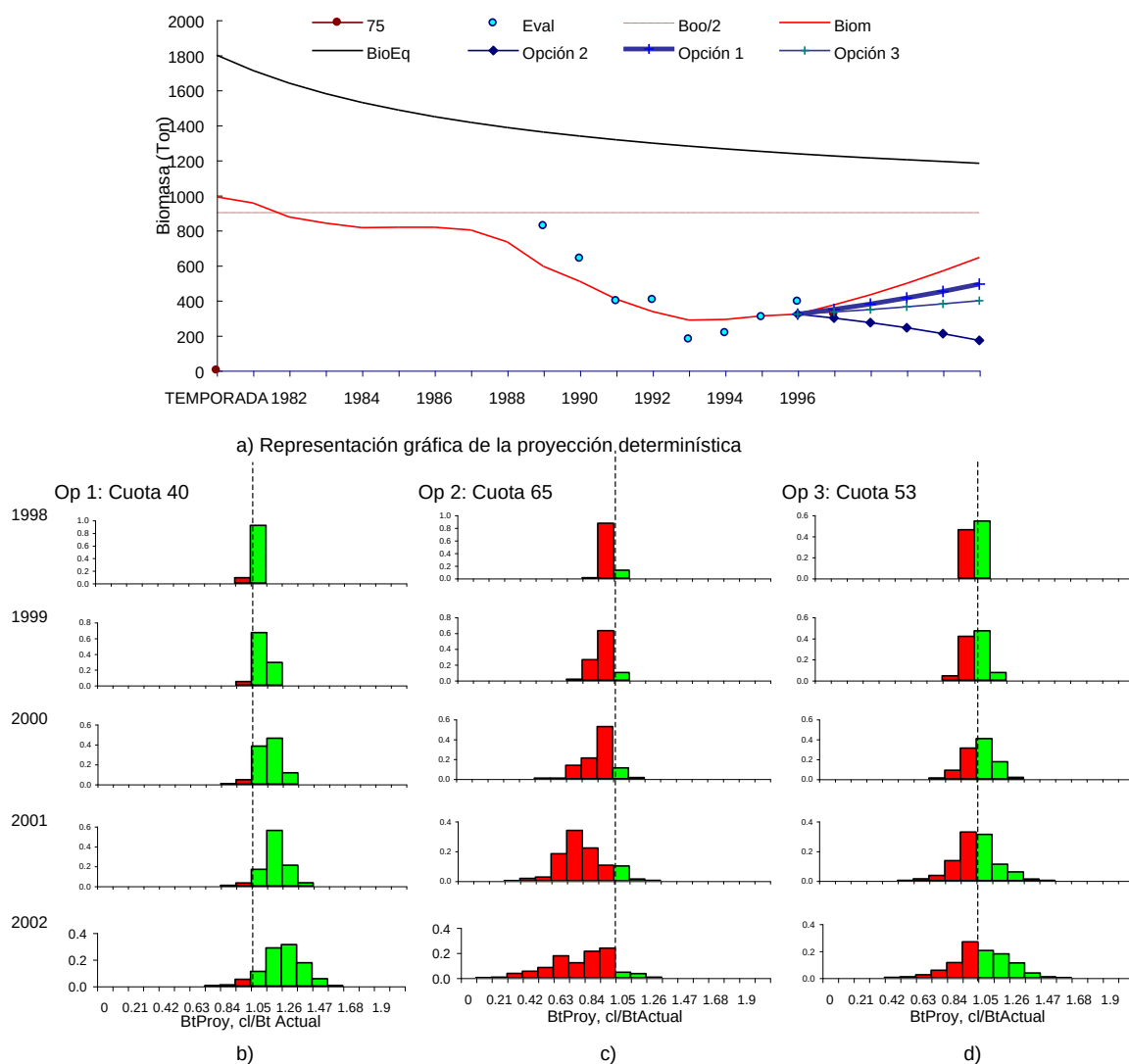


Fig. 7. Análisis de tres opciones de cuota de captura para el abulón azul en la zona de pesca de la Cooperativa I. a) Representación gráfica de la proyección determinística, b, c) y d) distribución posterior de la tasa Bt_{Proy-c}/Bt_{Actual} con las opciones 1, 2 y 3 respectivamente. Las barras de color rojo señalan el riesgo de que la biomasa proyectada sea menor a la biomasa actual, en tanto que las barras verdes indican éxito.

vado en 1997.

Si las proyecciones se presentan en términos de la distribución posterior de la tasa Bt_{Proy-c}/Bt_{Actual} , es posible

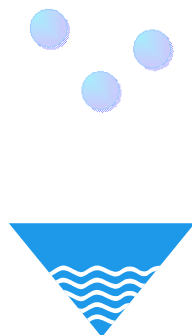
bución se desplaza hacia la derecha, alejándose de la zona de riesgo (Fig. 7b). Sin embargo, si se elige la opción 2, la distribución se mueve hacia la izquierda (Fig. 7c), disminuyendo

con ello la posibilidad de alcanzar en el futuro la máxima producción.

Por otro lado, si se elige extraer el VE de la producción excedente actual, la distribución se mantiene alrededor de la unidad, lo que indica que la biomasa proyectada sería igual a la biomasa actual. Con esta opción, el riesgo de que la biomasa proyectada sea menor a la biomasa actual es 0.5.

Sin embargo, para la determinación del riesgo en las 10 opciones de captura analizadas para la temporada 1997, el rango de la tasa de Bt_{Proy-C}/Bt_{Actual} fue reducido, lo que permitió ampliar la distribución y estimar con mayor precisión la suma de las clases menores a la unidad.

En las figuras 7c,b,d que en 1998 el rango de las distribuciones sería muy angosto y que, conforme se proyecta hacia el futuro, éste se hace más amplio. Esto significa que a mayor tiempo de proyección, la incertidumbre se incrementa y la precisión disminuye. En este caso, la distribución posterior de la Bt_{Proy-C}/Bt_{Actual} en 1998 está incluida sólo en dos intervalos de clase.



Dado que el abulón es un recurso susceptible a variaciones de la tem-

peratura del agua provocadas por el fenómeno ENOS, el riesgo de optar por una estrategia de tipo 2 o 3 (Figs. 7c,d) es alto y no congruente con el Código de Conducta Responsable de la FAO.

En todas las estrategias de manejo de una pesquería, se debe seleccionar aquella opción que presente la mayor probabilidad de alcanzar el éxito en el objetivo, ya sea de mantenimiento, recuperación o desarrollo potencial

Cooperativa II

La representación gráfica de la biomasa proyectada sin captura ($C=0$) señala que en sólo un año podría alcanzarse el nivel de máxima productividad (Fig. 8a). Si se continúa con la cuota de 1996 ($C = 18$), la biomasa aún mantendría la tendencia ascendente, aumentando las posibilidades de éxito del esquema de manejo planteado (Fig. 8b). Si se optara por extraer la PEA ($C = 29$), al igual que en el caso de la Cooperativa I, el VE de la distribución oscilaría alrededor de la unidad.



No obstante que el nivel de la biomasa del abulón azul en esta zona está cerca de alcanzar el óptimo, ésta es una pesquería que requiere

stock está cercano al nivel óptimo. Elegir la opción 2 o la 3 implicaría detener la tendencia positiva, lo cual traería como consecuencia una dis-

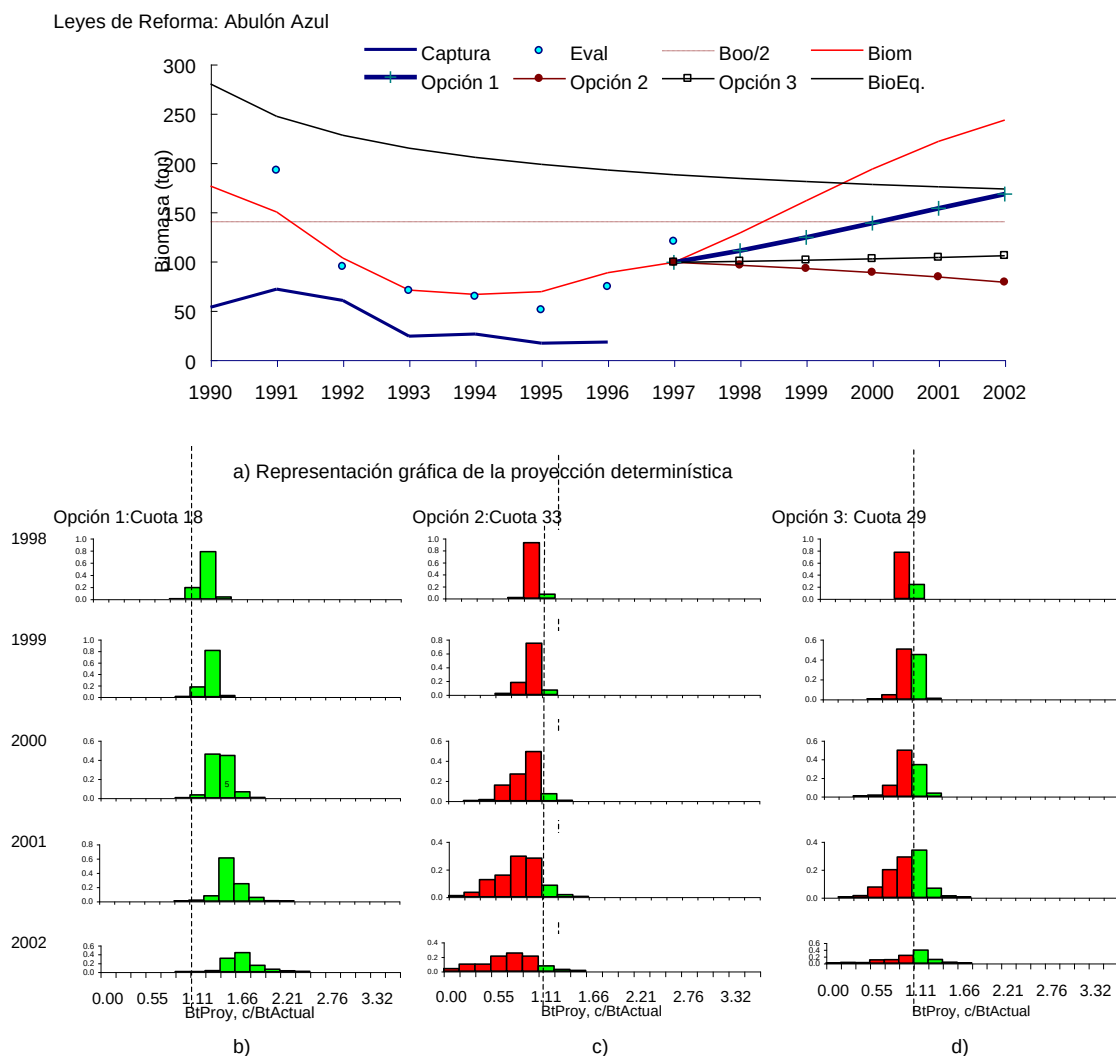


Fig. 8. Análisis de tres opciones de cuota de captura para el abulón azul en la zona de pesca de la Cooperativa II. a) Representación gráfica de la proyección determinística, b, c) y d) distribución posterior de la tasa $BtProy, c/BtActual$ con las opciones 1 y 2 y 3 respectivamente. Las barras de color rojo señalan el riesgo de que la biomasa proyectada sea menor a la biomasa actual.

estrategias de recuperación.

Por tanto las cuotas de captura no deberán ser mayores a 29 t sino hasta que las prospecciones de biomasa indiquen que efectivamente el

minución de la biomasa, además de que se tardaría más tiempo en alcanzar el punto de referencia objetivo.



tendencia de la biomasa continuaría en ascenso (Fig. 9a), sin una alta probabilidad de riesgo (Fig. 9b).

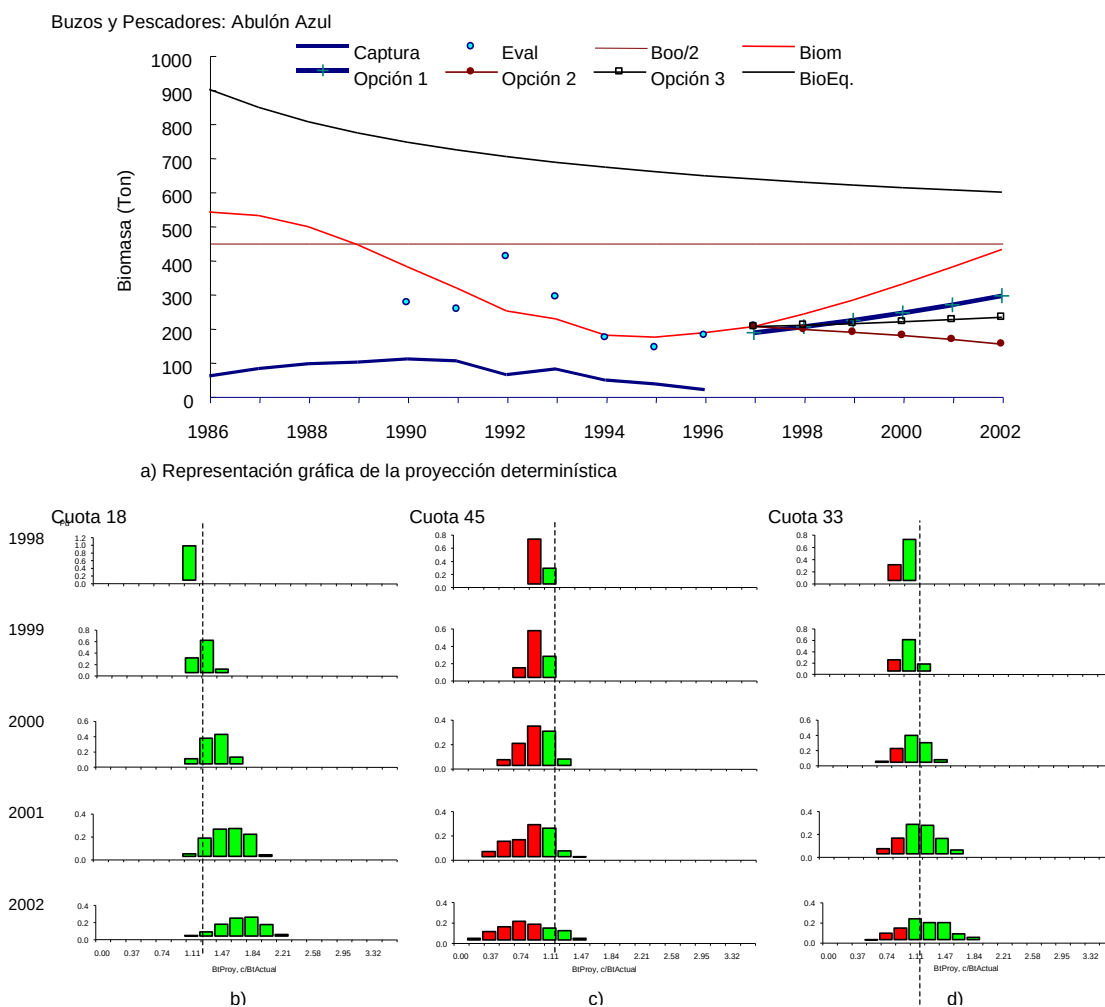


Fig. 9. Análisis de tres opciones de cuota de captura para el abulón azul en la zona de pesca de la Cooperativa III. a) Representación gráfica de la proyección determinística, b, c) y d) distribución posterior de la tasa $BtProy-c/BtActual$ con las opciones 1 2 y 3 respectivamente. Las barras de color rojo señalan el riesgo de que la biomasa proyectada sea menor a la biomasa actual.

Cooperativa III

La proyección con las 18 t de captura asignada en 1996 muestra que la

Con una cuota de 45 t (opción 2) que es ligeramente superior al VE de la

producción excedente actual, la biomasa disminuiría paulatinamente, con un nivel de riesgo mayor al 50% de no cumplir con el punto de referencia límite.

Elegir la opción 3 no es recomendable. Por tal razón, para la proyección con la opción 3, se buscó un valor que asegure al menos una posibilidad de éxito mayor al 50%. El valor seleccionado fue 33 t. La proyección con esta cuota indica que la distribución posterior de Bt_{Proy-C}/Bt_{Actual} se desplaza ligeramente hacia la derecha, de tal manera que el riesgo máximo sería menor al 50%. Esto requiere de un *enfoque precautorio* ante la presencia de mayor incertidumbre ya que habría una mayor posibilidad de equivocación.

Los bancos de abulón han sido definidos por Prince y Guzmán del Proo (1993) como "extremadamente improductivos" ya que se trata de especies de ciclo de vida largo y considerablemente vulnerables a la explotación en acceso abierto; como había ocurrido hasta antes del establecimiento de las cuotas de captura.



Sin embargo, la improductividad, en términos económicos se debe a que los niveles de biomasa están muy disminuidos, por lo que las estrategias de manejo planteadas en este análisis deben ser consideradas en la toma de decisiones; especialmente lo que se refiere a que las cuotas de captura no deben ser mayores a la producción excedente actual.



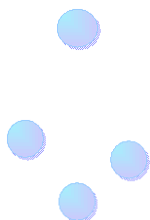
Con base en el análisis sobre el estado de la pesquería de abulón en la península de Baja California se concluye lo siguiente:

- La tasa de crecimiento poblacional de estas especies es muy baja.
- La biomasa actual de las poblaciones de abulón es inferior al valor donde se maximiza la producción excedente, por lo que se requieren estrategias de recuperación.
- Dado el nivel actual de biomasa y el lento crecimiento poblacional, no existen posibilidades en el corto plazo de que la biomasa alcance el nivel de máxima productividad.
- El esquema de manejo adoptado en 1996-1997 está diseñado en principio para revertir la tendencia de deterioro; esto es, evitar que la biomasa de las poblaciones continúe descendiendo.
- El recurso es afectado fuertemente por el fenómeno ENOS, de tal manera que ante la presencia de este evento en 1997-1998 el tiempo de recuperación será mas largo.



Finalmente, 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 permite 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 biomاسas estimadas de manera directa en 1998, e incorporando el efecto del fenómeno ENOS 1997-1998. Adicionalmente se utilizará otro modelo que incorpore más aspectos biológicos en la dinámica de la población y el impacto del fenómeno ENOS en la estructura poblacional.



CAMPOS DE COLABORACIÓN

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.

La definición de estrategias de manejo de las pesquerías, incluyen puntos de referencia generales que se aplican en los modelos dinámicos de biomasa y proporcionan los elementos necesarios en la toma de decisiones.

Es importante también probar con otro tipo de modelos que incorporen más elementos biológicos e incluir nuevos puntos de referencia que permitan analizar otras alternativas de manejo. Ejemplos de esto serían: la biomasa mínima del stock reproductor, la producción de huevos por recluta y la biomasa desovante por recluta, entre otros. Esto implica actualizar los estudios de edad y crecimiento, mortalidad natural en las diferentes fases del ciclo de vida, deriva larval y definición de las unidades de stock.

Los estudios de fecundidad se han efectuado principalmente en la zona I, salvo el caso de abulón amarillo en la zona II, por lo que es necesario ampliar estos trabajos en las zonas II,

III y IV; así como complementar las estimaciones en la zona I.

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 de 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 del consejo científico para el manejo de los recursos pesqueros en México.



Las principales líneas de investigación en esta pesquería deberán ser:

- Estudiar cuantitativamente el impacto del fenómeno ENOS en la estructura de la población adulta, en el reclutamiento y en la estructura de la comunidad de los bancos abuloneros.
- Determinación del área efectiva de los bancos abuloneros y analizar métodos alternativos (geoestadística) para la estimación de biomasa.

- Actualización de los estudios de fecundidad y crecimiento (en longitud y peso) por especie en cada una de las zonas.
- Reiniciar los estudios para determinar índices de reclutamiento a nivel semilla mediante colectores.
- Evaluar cuantitativamente la mortalidad debida a la enfermedad del síndrome de deshidratación, así como las causas de su presencia.
- Evaluar la efectividad de los repoblamientos vía semilla cultivada en zonas donde el abulón prácticamente ha desaparecido.



Una de las colaboraciones más importantes es la de las cooperativas abuloneras, ya que gracias al apoyo logístico, financiero y técnico se cuenta con prospecciones 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 en aspectos específicos, como lo es el registro de datos del esfuerzo efectivo medido en tiempo de buceo, que permitirá a futuro empezar a elaborar la serie de registro de captura y esfuerzo de manera confiable.



En 1994 el CRIP La Paz (INP) elaboró un convenio por dos años con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y con el sector productivo para colaborar en el proyecto de investigación "Estudio ecológico de comunidades de fondos rocosos en la zona de transición templado-tropical e impacto de cambios climáticos y su relación con las fluctuaciones de la producción pesquera en la costa occidental de la Península de Baja California Sur".

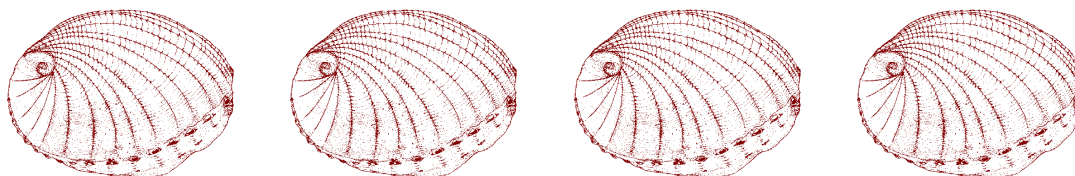


Existen también proyectos de investigación conjunta con el Centro

Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR).



Dentro del contexto internacional, se tiene relación entre investigadores del CRIP La Paz y del Departamento de Pesca del Sur de Australia. Uno de los resultados ha sido la elaboración del documento *A Long-term study of the abalone fishery at La Natividad Island, México*. Sin embargo, en este aspecto es necesario realizar acciones para fortalecer la relación Institucional.



REFERENCIAS

- 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.

- Bayes, T. 1963. Essay towards solving a problem in the doctrines of chances. *Biometrika* 45:293-1315.
- Breen, P.A. 1992. A Review of models used to stock assessment in abalone fisheries. *In*: Shepherd, S.A. M.J. Tegner & S.A. Guzman del Proo (eds). *Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture*: 243-275
- Brown, B. E. & G. P. Patil. 1986. Risk analysis in George's Bank Haddock fishery - a pragmatic example of dealing with uncertainty. *N. Am. J. Fish. Manage.* 6:183-191.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fish. Tech. Pap.* 347: 1-83.
- Cordue, P.L. & 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).
- 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 Abreojos e Isla de Cedros, B.C. Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca. Serie Científica 18.
- 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.
- Gavaris, S. 1993. Analytical estimates of reliability for the projected yield from commercial fisheries.. *In*: Smith, J.J. Hunt & D. Rivard (eds.) *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: 185-191.
- 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 (*Halotis* spp.) en México. Res. I Simp. Intern. Abulón: Biología, Pesquerías y Cultivo. La Paz, B.C.S. México.
- Guzmán del Proó, S.A., V. Marín A. y C. Castro A. 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón (*Halotis* 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.
- 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.
- Hilborn, R. 1987. Living with uncertainty in resource management. N. Am. J. Fish. Manag. 7: 1-5.
- Hilborn, R & M. Mangel. 1997. The ecological Detective: Confronting Models with Data. Princeton University Press.
- Hilborn, R; E.K. Pikitch & M.K. Mckallister. 1994. A Bayesian estimation and decision analysis for an age-structured model using biomass survey data. Fisheries Research 19: 17-30.
- Hilborn, R, & C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York.
- 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 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.
- 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).
- Lindley, D.V . 1983. Theory and practice of bayesian statistics. The Statistician 32: 1-11.
- 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.
- 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.
- McAllister, M, K., E. K. Pikitch; A. E. Punt & 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., 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).
- Muciño, D.M., B.A. Vélez, P. Reinecke, M.J. Talavera, M.J. Turrubiates y C.J. 1998. León. Estimación del tamaño de las poblaciones de abulón en la península de Baja California, 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.

- Ortíz, Q.M. y G. González A. 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca: Gasteropoda) a partir de colectas en el Rosario 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. y G.C. León. 1988. Recursos pesqueros de México y sus perspectivas: recurso abulón *Haliotis* spp. 11-51. En: SEPESCA (ed). Los Recursos Pesqueros del País. XXV Aniversario Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA-INP, México.
- Ortíz, 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.
- 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.
- 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.
- Perry, R.I., C.J. Walters & J.A. Boutillier. 1997. A framework for providing advice for the management of new invertebrate fisheries. Rev. Fish Biol. Fisheries (manuscript).
- Polacheck, T., R. Hilborn & A.E. Punt. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 2597-2607.
- Prince, J. & S. Guzman Del Proo. 1993. A stock reduction analysis of the Mexican abalone (*Haliotid*) fishery. Fish. Resch 16: 25-49.
- Prince, J. 1992. Using a spatial model to explore the dynamics of an exploited stock of the abalone *Haliotis rubra*. In: Shepherd, S.A. M.J. Tegner & S.A. Guzman del Proo (eds). Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture. Fishing News Books,

Oxford and London.

- Restrepo, V. R., J. M. Hoenig, J. E. Powers, J. W. Baird, & 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.
- Rosenberg, A.A. & S. Brault. 1993. Choosing a management strategy for stock rebuilding when control is uncertain. *In*: Smith, J.J. Hunt & D. Rivard (eds). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: 243-249.
- Sainsbury, K.J. 1977. Populations dynamics and fishery management of the abalone, *Haliotis iris*. PhD thesis, Caterbbury University, Chirstchurch, New Zealand.
- Schnute, J. 1987. Data uncertainty, model ambiguity, and model identification. *Nat. Res. Mod.* 2 (2): 159-212.
- Schnute, J.T. & R. Hilborn. 1993. Analysis of contradictory data sources in fish stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1916-1923.
- SEMARNAP. 1996. Anuario Estadístico de Pesca 1995. SEPESCA, México.
- Shepherd, J.G., S.A. Guzmán del Proó, J. Turrubiates, J. Belmar, J.L. Baker & P.R. Sluczanowski. 1991. Growth, size at maturity, and egg-per-recruit analysis of the abalone *Haliotis fulgenski* in Baja California. *Veliger* 34 (4): 324-330.
- 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 & 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 & D. Rivard (eds). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: 261-267.
- Smith, S.J. & S. Gavaris. 1993. Evaluation the accuracy of projected catch estimates from sequential population analysis and trawl survel abundance estimates *In*: Smith, J.J. Hunt & D. Rivard

(eds). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120: 163-172.

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, M. J. y J.L. Castro O. 1992. Growth of *Haliotis fulgens* in Bahía 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.

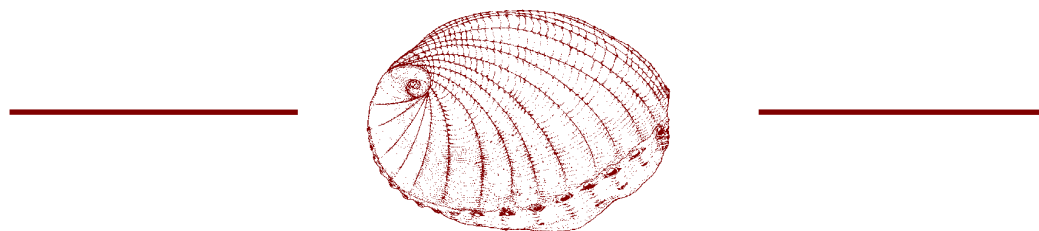
Valles, R.H. 1993. Síndrome de deterioro en poblaciones de abulón chino *Haliotis sorenseni* detectados en puntos situados entre Punta Baja y Punta San Antonio, B.C. México. Centro Regional de Investigación Pesquera en Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

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., 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).

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.



roja langosta
langosta
langosta
espinosa

langosta espinosa

roja

Baja
California

verde

baja

azul

azul
azul
azul

roja

revillagigedo

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

ESPECIE: Langosta roja (*Panulirus interruptus*).

- La pesquería tiene mas de 100 años de antigüedad
- Tasa de crecimiento lenta; la talla comercial se alcanza entre los 4.5 y 8 años de edad.
- Especie de fácil manipulación para medir y sexar.
- México es el octavo productor de langosta espinosa a nivel mundial.
- Captación de divisas cercana a 16 millones de USD anuales.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997 : 1,708 toneladas: 78% con respecto al máximo histórico (1982).
- Captura 1998: Posible disminución de las capturas.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Reduce el reclutamiento.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Dinámico de biomasa de Schaefer con anomalías térmicas.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Con ligero potencial de desarrollo.

MEDIDAS DE MANEJO

- Talla mínima, cuota de captura por región, veda espacial y temporal (NOM-006-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Permitir la reproducción y el crecimiento de los juveniles.

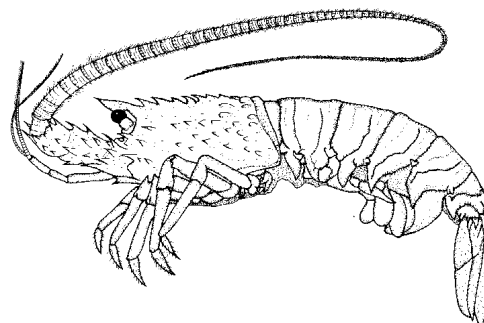
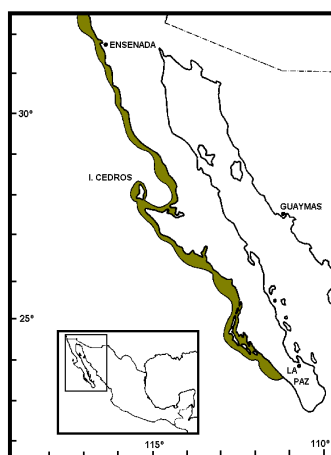
LANGOSTA DE BAJA CALIFORNIA

Panulirus interruptus

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesca de langosta se realiza principalmente en el litoral del Pacífico donde se captura hasta el 70% del volumen total nacional (Lozano *et al.*, 1991). México se ubica en el octavo lugar mundial como productor de langostas espinosas (Palinuridae) y entre el 16° a 17° lugar en la captura de todas las especies de langostas, con un volumen de 2,548 toneladas. De éste, el 70% fue producido en el litoral del Pacífico, en donde el estado de Baja California Sur ha sido el principal productor en la historia de la pesquería (SEMARNAP, 1996).



Después del camarón y la jaiba, la pesquería de la langosta se sitúa en el 3er. lugar de la captura nacional de crustáceos

La pesquería de langosta en la península de Baja California tiene un impacto económico y social considerable debido al valor del recurso, su consecuente ingreso de divisas a México y la generación de empleos. El 87% de la producción de langosta en el litoral del Pacífico se realiza en esta península.



A esta pesquería le corresponde el quinto lugar a nivel nacional (después

del camarón, atún, abulón y sargazos) en captación de divisas, estimadas en 20 millones de dólares y el tercer lugar de los crustáceos en volumen después del camarón y la jaiba (SEMARNAP, 1997). A nivel estatal, se obtienen ganancias de aproximadamente 14 a 16 millones de dólares; lo que significa para Baja California Sur su segunda pesquería en importancia económica.

México ocupa el 8º lugar a nivel mundial en producción de langosta espinosa. Desde el punto de vista económico, esta pesquería se ubica en el quinto lugar a nivel nacional

Existen 163 especies de langostas registradas en todo el mundo (Cobb y Phillips, 1980), de las cuales nueve se presentan en los litorales Mexicanos. Siete de ellas pertenecen a la familia Palinuridae (langostas espinosas) y dos a la familia Scyllaridae (langostas zapateras).

De las langostas espinosas, cuatro especies se localizan en el litoral del Pacífico mexicano: la langosta roja, *Panulirus interruptus*; langosta verde, *Panulirus gracilis*; la langosta azul, *Panulirus inflatus* y la langosta de las Islas Revillagigedo, *Panulirus penicillatus* (Gracia y Kensler, 1980). Actualmente, las tres primeras especies mencionadas constituyen la pes-

quería de langosta del Pacífico mexicano.



Sin embargo, la langosta roja es la especie más abundante y de mayor valor en el mercado, ya que contribuye con un 95-97% del total regional, por ello, este trabajo se refiere en forma exclusiva a *Panulirus interruptus* con el objetivo de definir los Puntos de Referencia Biológicos (PRB) que permitan establecer las estrategias de manejo adecuadas, considerando niveles de riesgo e incertidumbre convenientes para la explotación sostenible de esta pesquería.

En el Pacífico mexicano, se encuentran cuatro especies de langostas espinosas: roja, verde, azul y la de las Islas Revillagigedo. De ellas la roja aporta entre el 95-97 % de la pesquería total regional

La pesquería de langosta y con la del abulón de la península de Baja California son las más antiguas de México. Éstas constituyen la base del origen y desarrollo de las comunida-

des pesqueras de la entidad y, aunque existen antecedentes de explotación comercial de langosta roja desde finales del siglo XIX, los primeros informes datan de la segunda década del presente siglo (Allen, 1916; Wilson, 1948).

Se encuentran autorizadas 26 cooperativas, de las cuales, 23 operan en Baja California Sur. De éstas 20 se ubican en el Pacífico y tres en el Golfo de California, aunque éstas últimas observan un modo operativo muy irregular y es mínima la captura que aportan, por ello, no se conside-

Tabla 1. Relación de Cooperativas de langosta, embarcaciones y trampas por zona de pesca en la península de Baja California, 1995.

	COOPERATIVAS	EMBARCACIONES	TRAMPAS
Zona norte	5	99	7,919
Zona centro	10	246	15,310
Zona sur	11	174	5,545
TOTAL	26	519	23,279

Con base en el patrón de distribución y abundancia espacial de las primeras fases de desarrollo de la langosta, de las capturas comerciales y las condiciones ambientales, se han definido -para los fines de análisis de la pesquería- tres zonas de pesca en la costa oeste de la península:

- **Zona Norte:** de Laguna Manuel, B.C. hasta la Frontera con E.U.
- **Zona Centro:** de Punta Abreojos, B.C.S. a Isla Cedros, B.C.
- **Zona Sur:** de Todos los Santos a Laguna San Ignacio, B.C.S.

En la explotación de este recurso participa exclusivamente el sector social, conformado por las distintas cooperativas y sus respectivas Federaciones Regionales.

ran en la *tabla 1*.



BIOLOGÍA

El desarrollo larvario de la langosta roja comprende 11 estadios con duración de siete a ocho meses (Jonhson, 1960; Jonhson, 1971).

La fase larvaria termina cuando el último estadio (llamado filosoma) se transforma en puérulo, mide de 20 a 30 mm, es incoloro y presenta las características externas del adulto. Los puérulos de las langostas espinosas realizan su proceso de transformación alejados de la costa, pero se acercan nadando y ayudados por las corrientes para asentarse en las aguas someras, especialmente en

áreas con estructuras arrecifales, estimándose que este proceso dura aproximadamente un año (Phillips y Booth, 1994). Una vez que el puérulo se asienta, comienza la fase bentónica, adquieren pigmentación y se convierten en juveniles.

El estadio de juvenil permanece en aguas someras, durante tres o cuatro años, habitan en zonas rocosas o con estructuras que les sirven de refugio como: raíces de mangle, mantos de macroalgas y pastos marinos. A medida que maduran sexualmente emigran hacia aguas más profundas, incorporándose a la población adulta.

De la langosta roja se ha observado una longitud de reclutamiento reproductor (50% de probabilidad) de 67.7 a 75.0 mm de longitud cefalotorácica (LC), con un promedio, para la península, de 70.3 mm, (Vega *et al.*, 1995) y posteriormente se incorporan a la fracción explotable, al alcanzar la talla mínima legal de 82.5 mm (LC), estimándose una edad de 4.5 a 8.0 años, de acuerdo con los parámetros de crecimiento reportados por Ayala, (1976) y Guzmán y Pineda (1992), respectivamente.

Por efecto de la dinámica de la circulación oceánica, el proceso de deriva larval y reclutamiento hacia las áreas costeras determinan un patrón de distribución-abundancia, en el cual, los *centros de* máxima concentración de larvas de *P. interruptus* se ubican en las regiones de las Islas Channel (California, E.U.) y en la región central adyacente a Punta Eugenia (Jonhson 1960, 1971). Lo que a su vez, es consistente con el patrón de la distribución de adultos (Allen, 1916; Lindberg, 1955; Serfling y Ford, 1975), así como con el patrón de distribución de las capturas por zonas (Vega y Lluch-Cota, 1992).

Después de las 11 fases de desarrollo larvario, se presenta la fase de puerulus que se desarrolla lejos de la costa posteriormente se acercan a zonas someras donde continúan la fase bentónica en la que se convierten en juveniles, que después de 3 a 4

La langosta roja tiene un ciclo gonádico de tipo isocrónico y sólo se reproducen una vez al año, entre marzo y septiembre. Dicho proceso presenta un gradiente latitudinal-temporal en sentido norte-sur, caracterizado por la presencia temprana de hembras sexualmente maduras en áreas norteñas y con un retraso de tres a cuatro meses en la región sureña (Chapa, 1964; Ayala, 1976 y 1983;

González y Ortiz, 1991; Vega et al., 1991; Vega et al., 1992).

El comportamiento de deriva larval y reclutamiento por efecto de la dinámica del mar, determina un patrón de abundancia en el cual se distinguen centros de máxima concentración de larvas

El crecimiento de *P. interruptus*, como el de los crustáceos en general, se lleva a cabo a través del proceso conocido como "muda", o *ecdicis* mediante el cual el exoesqueleto es eliminado y de esta manera el individuo puede incrementar su tamaño y peso, dependiendo de la disponibilidad de alimento y temperatura (Aiken, 1980).



Esta especie tiende a ser longeva, puede vivir hasta más de 20 años, (Lindberg, 1955) y llega a crecer hasta 190-200 mm de cefalotorax, aunque son escasos los ejemplares mayores de 200 mm.

La reproducción de la langosta roja se presenta sólo una vez al año. La madurez sexual en hembras se distingue por un gradiente latitudinal-

La langosta adulta realiza desplazamientos de corta y mediana escala. Algunos pescadores mencionan haber observado corridas o migraciones masivas de langosta, aunque éstas no están documentadas.

En general, las migraciones observadas están asociadas a la función reproductiva; así, los adultos realizan los siguientes desplazamientos estacionales:

1. En otoño-invierno se desplazan hacia aguas más profundas (60-100 m), cuando se presenta el apareamiento.
2. En primavera-verano se mueven hacia aguas someras (1-25 m), principalmente las hembras, coincidiendo con el avance del desarrollo gonádico, el desove y la eclosión.

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones, equipos y artes de pesca

Esta pesquería combina características tanto de pesquería de pequeña escala como de pesquería industrializada: lo primero porque se basa en trampas y embarcaciones menores con un corto alcance de las operaciones de captura, la constituyen como una pesquería ribereña, que normalmente opera en la zona costera hasta profundidades de 70 m, aunque en

algunas áreas suele pescarse hasta los 100-120 m. Sin embargo, por su nivel de organización e infraestructura de procesamiento y comercialización, puede ser considerada como pesquería industrializada.

La pesca de langosta tradicionalmente se ha realizado con dos tipos diferentes de trampas o nasas:

a) **Trampa de madera.** Utilizada inicialmente en toda la península, llamada trampa Californiana por ser igual o muy parecida a la utilizada en el sur de California (E.U.) y que actualmente sólo se emplea en la zona sur de la península.



b) **Trampa de alambre galvanizado.** Forrado de plástico vinilo con forma rectangular, que tiene un uso más generalizado (hasta el 100%) hacia las áreas norteñas, desde Punta Abreojos hacia la frontera con E.U. En los últimos años su uso se ha extendido hacia la zona sur, observándose una clara tendencia a la substitución de la trampa de madera.



Por otra parte, aunque el arte de pesca permitido oficialmente es la trampa, existen áreas aisladas donde

circunstancialmente se emplean redes de enmalle.

La pesquería de langosta reúne características de tipo a pequeña escala o ribereña (por el arte de pesca y embarcaciones empleadas) y de tipo industrial (por su organización, infraestructura de procesamiento y comercialización)

La unidad básica de pesca operada por dos o tres pescadores, se denomina *equipo langostero*, que consiste en una embarcación menor de fibra de vidrio, de 6.10 a 7.20 m de eslora (18 a 22 pies) y capacidad de carga de 0.8 a 1.5 toneladas netas, motor fuera de borda con potencia de 40 a 65 CF, una cantidad de trampas langosteras cuyo número varía entre cooperativa o zonas, oscilando de un mínimo de 20 a 30 trampas en la zona suroccidental hasta un máximo de 70 en la zona centro y norte.

En la zona centro y norte de la península los pescadores emplean malacates o "winches" hidráulicos, para la recuperación o levantado de las trampas, a diferencia de la zona sur que sigue siendo manual. El total de unidades (equipos) de pesca se estima del orden de 407 en Baja California Sur y 112 en Baja California.

pero a partir de finales de la década de los años treinta y mediados de los años cuarenta se for-

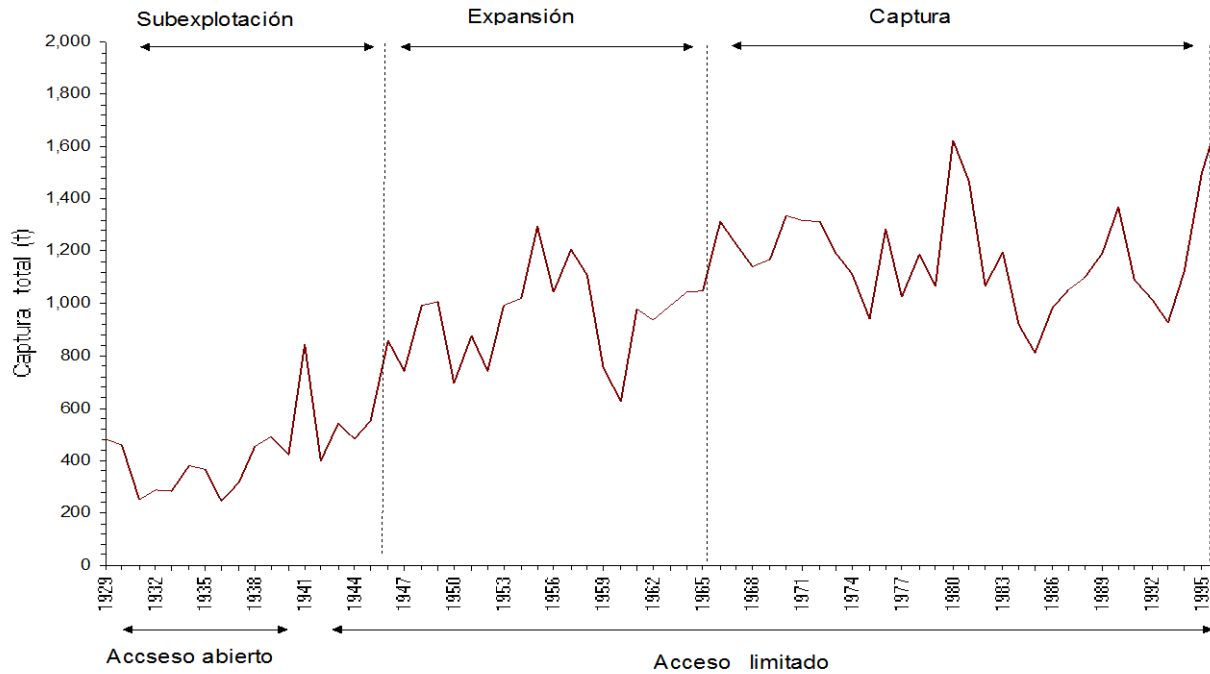


Fig. 1. Comportamiento histórico de la captura total de langosta en la península de Baja California en el periodo 1928-1995 (tomado de Vega et. al., 1996).

τ Tendencias históricas

En la captura global de langosta de toda la península, se pueden identificar las siguientes etapas (Andrade, 1991; Vega y Lluch-Cota, 1992) (Fig. 1):

1. **Inicio:** Desde principios de siglo hasta 1945, con una captura promedio anual de 300 t y máxima de 500 t, salvo un pico de captura excepcional de 800 t en 1941. Hasta antes de los años veinte, el recurso fue explotado libremente,

maron las primeras cooperativas en el centro y norte de la península, bajo el impulso del sistema de especies reservadas a cooperativas y la Ley General de Sociedades Cooperativas decretada en 1938 durante el Gobierno de Lázaro Cárdenas.

2. **Crecimiento y expansión:** Comprende de 1946 a 1960, registrándose capturas del orden de 700 a 1,300 t con un promedio

cercano a las 1,000 t. Este incremento se explica por un mayor número de cooperativas en la parte media y sur de la península.

3. **Desarrollo y estabilización:** Periodo de 1964 a 1997, con capturas del orden de 1,000 a 2,200 t y fluctuaciones alrededor de un promedio anual de 1,300 t. Si bien se logra un incremento de la producción, se observan variaciones de mayor magnitud que en las dos etapas anteriores. Se considera que hacia fines de los años setenta esta pesquería alcanza un alto grado de desarrollo. Durante ese tiempo es cuando las áreas langosteras costeras son distribuidas entre las cooperativas ribereñas establecidas. En el periodo 1980-1992, en el estado de Baja California Sur se capturó alrededor del 70-75% del volumen total del litoral Pacífico, lo que equivale al 80% de la captura de la península de Baja California, y casi un 50% del total nacional (SEMARNAP, 1997). La captura muestra un patrón de variación mensual con marcada estacionalidad, caracterizado porque en los primeros dos meses, octubre y noviembre se obtiene el 70% de la producción total de langosta roja, incrementándose hasta el 75% después de haber adelantado 15 días de pesca en septiembre. A partir de la temporada 1992-93 la captura restante se obtiene de diciembre a febrero - marzo, o hasta abril en la zona sur.

Aunque se dispone de una serie histórica de capturas desde 1929, sólo se cuenta con datos de esfuerzo a partir de los años setenta, observándose que las variaciones de esfuerzo y capturas no tienen una relación directamente proporcional, ya que mientras el esfuerzo no varía significativamente, la captura muestra cambios de mayor magnitud (Fig. 2).

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) puede oscilar entre 0.37 a 0.55 kg/trampa/noche. Sin embargo, el análisis de casos particulares de cooperativas de la zona centro, revelan que el intervalo varía de 0.12 a 0.9 kg/trampa/noche.

A partir del análisis de las capturas y la variabilidad del régimen térmico, en el periodo 1940-1995 se encuentra una coincidencia con las tendencias en los volúmenes de captura, a partir de la década de los años cuarenta: los picos de máxima producción tienden a coincidir con anomalías negativas (enfriamientos) y por el contrario, los bajos niveles de captura coinciden con anomalías positivas o periodos de calentamiento (Vega y Lluch-Cota, 1992).

La concordancia indica la posibilidad de que las tendencias sostenidas de incremento o decremento de la temperatura afecten la disponibilidad del recurso, en los cambios de su distribución (Vega y Lluch-Cota, 1992).

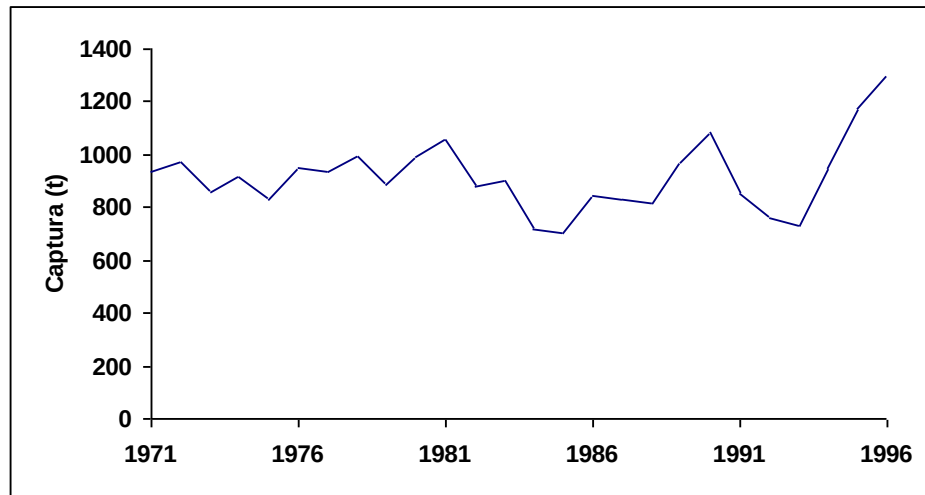


Fig. 2. Comportamiento de la captura de langosta roja de la zona central de la península de Baja California.



lentamiento asociado a "El Niño Oscilación del Sur" (ENOS) 1992.



Se detectan en general las siguientes tendencias:

- 1941-1954, enfriamiento y captura ascendente
- 1954-1960, calentamiento y captura descendente
- 1960-1973, enfriamiento y captura ascendente
- 1973-1985, es el de más intenso calentamiento, las capturas muestran un breve y notable repunte en 1980-82, que corresponde al máximo nivel histórico de captura, dentro de una tendencia a la baja
- 1985-1990, caracterizado por un enfriamiento y recuperación de las capturas
- 1991 a 1993-94, etapa actual, con otro descenso moderado de las capturas y que coincide con el ca-

Las temporadas recientes (1994-1996) se presenta un incremento en la captura, que es más apreciable en la zona central y ligera que en la sur; el cual nuevamente coincide con la tendencia al enfriamiento del mar.

A excepción del pico 1982-83, es razonable considerar la hipótesis de que los cambios descritos de las capturas reflejan cambios en los patrones de distribución de las especies, en respuesta a las anomalías térmicas.

En periodos de calentamiento, el efecto se manifestaría como un decremento en la disponibilidad de langosta roja en aguas más someras, la que más contribuye a las capturas y

por tanto la que determina en mayor medida sus variaciones.

τ Pesca incidental

Las trampas langosteras no capturan cantidades apreciables de otras especies pero si altos porcentajes de langostas de talla sublegal (hasta el 88%) y bajas cantidades de tamaños legales, evidenciando una baja selectividad y eficiencia de dicho arte de pesca.

Las trampas de langosta son poco selectivas, por lo que en la pesquería se capturan individuos por debajo de la talla mínima legal (82.5 mm)

Como opciones para mejorar la selectividad y eficiencia de las trampas, a partir de 1993 se comenzó el estudio de prueba para la modificación al diseño de las trampas, consistente en introducir ventanillas de escape, para disminuir la captura y manipulación de los elevados porcentajes de individuos menores a la talla permitida (Vega, 1993).

τ Interacción con otras pesquerías

En áreas donde la pesquería de langosta tiene un carácter más artesanal, coincide con el desarrollo de pesca ribereña de peces "de

escama", y de camarón. En bahías grandes como Vizcaíno, San Hipólito y San Juanico, se presenta una situación de interdependencia tecnológica por el uso de redes de enmalle o arrastre; ya que paralelamente a la pesca de estas especies también se captura langosta.

En este sentido se puede considerar que la pesca de langosta con redes en algunas áreas de Baja California Sur (Laguna Ojo de Liebre, Laguna San Ignacio, La Poza López Mateos), al igual que en el sur de Sinaloa, es típica de pesquerías con interdependencia tecnológica. Aunque no se ha evaluado el grado de impacto que estas actividades tienen en la pesquería de langosta, lo aislado de esta situación hace suponer que el efecto es de poca consideración.

Un ejemplo de la interdependencia tecnológica se encuentra en algunas áreas de B.C.S., en las que durante las actividades de pesca ribereña capturan de forma paralela langostas al emplear redes de enmalle o arrastre

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

En esta pesquería participan 16 plantas que, además de langosta, procesan otros productos pesqueros.

τ Indicadores económicos

En el aprovechamiento de la langosta participan 23 cooperativas que operan en Baja California Sur, de las cuales 11 presentan zonas de pesca bien delimitadas bajo el régimen de concesiones, con 1,421 socios, 485 embarcaciones menores y 23,954 trampas langosteras.

Se tiene calculado que se benefician aproximadamente 35,000 personas en la captura de langosta. Según el balance de productos pesqueros exportados (SEMARNAP, 1997), a nivel nacional la langosta le corresponde el quinto lugar en captación de divisas (después del camarón, atún, abulón y sargazos); estimándose que genera divisas del orden de 16 millones de dólares.

Esta pesquería tiene importancia económica y social, pues es la quinta en generación de divisas a nivel nacional y aproximadamente se benefician 35,000 personas con su práctica

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

Antes de los años veinte el recurso fue explotado libremente, inclusive con injerencia de empresas extranjeras, pero desde principios de los años treinta, el Gobierno Mexicano determinó la exclusividad de este recurso, sobre todo, para los pescadores ribereños mexicanos.



En 1936-1938 se decretó oficialmente como especie reservada a sociedades cooperativas y durante casi cinco décadas, su explotación se realizó bajo dicho sistema, hasta que a mediados de 1992 se derogó tal exclusividad, y la extracción quedó sujeta al nuevo esquema de concesiones y permisos, en los términos de la nueva Ley de Pesca (Diario Oficial de la Federación, 25.06.92).

Al inicio de la pesquería el acceso a ésta era libre (inclusive por extranjeros). En los años treinta, se estableció su exclusividad a pescadores ribereños mexicanos. Durante casi cinco décadas fue especie reservada para sociedades cooperativas. No fue sino hasta 1992 en que se implementó el esquema de concesiones y permisos



En este contexto, el desarrollo de la pesquería de langosta es paralelo a la formación y consolidación de las sociedades cooperativas así como al establecimiento de la infraestructura para su industrialización.

La pesca de langosta, al igual que otras actividades pesqueras, se rige por la **Ley de Pesca (Diario Oficial de la Federación, 25.06.92)**, que es una ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución General de los Estados Unidos Mexicanos. En lo particular dicha Ley establece las condiciones de acceso al recurso así como los derechos y obligaciones de los concesionarios o permisionarios.



Otras leyes secundarias son: la **Ley de Metrología y Normalización**, concerniente a la emisión de Normas reglamentarias de las pesquerías, así como la **Ley General de Sociedades Cooperativas** que rige la organización y funcionamiento de las sociedades cooperativas de producción pesquera (Diario Oficial de la Federación, 3.08.94).

El esquema de manejo involucra en mayor o menor grado tres formas:

- 1) Regulación de la composición de la captura
- 2) Regulación de las tallas de captura
- 3) Establecimiento del extensivismo pesquero



La aplicación de estas medidas se ha efectuado de la manera siguiente:

- a) En 1992 el régimen de exclusividad a las cooperativas fue sustituido por un esquema de concesiones y permisos, reglamentado a través de la nueva Ley de Pesca.
- b) Las medidas reglamentarias actuales consideran la aplicación de tallas mínimas por especies y zonas, vedas zonificadas, restricción del esfuerzo y en artes de pesca, en los términos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-PESC-006-1993 (Diario Oficial de la Federación, 31.12.93).

Son varias las leyes involucradas en la reglamentación de este recurso, entre ellas se encuentra la Ley de Pesca y la

ANÁLISIS CUANTITATIVO

Modelo

Para el análisis de la pesquería de langosta se utilizaron dos modelos. El primero es el *modelo de biomasa* de Schaefer en la versión dinámica propuesta por Hilborn y Walters (1992), modificado para incluir las anomalías térmicas (Sierra *et al.*, 1998).

El modelo está definido por:

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

donde:

r = tasa intrínseca de crecimiento de la población

B_0 = biomasa virgen

C_t = captura al tiempo t

B_t = biomasa al tiempo t

α_t = anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM)

y se calculó como:

$$\alpha_t = [(1 - TSM_t)]^\beta \dots (2)$$

donde β es un factor que permite potenciar el impacto de las anomalías térmicas.

Dado que los registros de captura empezaron después de iniciada la explotación, la biomasa inicial para el modelo se estimó como:

$$B_{t_{inicial}} = B_0 P$$

donde:

P = proporción de la biomasa inicial respecto a B_0

Como segunda opción se utilizó un *modelo con retraso en el reclutamiento, sobrevivencia y crecimiento* (RRSC) desarrollado por Hilborn y Mangel (1997). Este modelo es una aproximación simple al modelo de retraso de Deriso (1980), en el cual la biomasa de cualquier año B_{t+1} es resultado de la sobrevivencia de la biomasa anterior B_t más el reclutamiento en ese año R_t , menos la captura C_t . El modelo también fue modificado por Sierra *et al.* (1998) para incluir las anomalías térmicas. La expresión matemática del modelo es:

$$B_{t+1} = s(a_t)B_t + R_{t-n}(a_{t-n}) - C_t \dots (3)$$

donde:

s = cambio de biomasa de un año a otro debido al crecimiento en peso de los individuos presentes en la población y la sobrevivencia

$t-n$ = retraso del reclutamiento, definido como el tiempo transcurrido desde la eclosión hasta que se incorporan a la pesquería, bajo el supuesto de que la vulnerabilidad

al arte de pesca es inmediata (de tipo "filo de cuchillo")

En este modelo la incorporación de las anomalías térmicas α_t se basan en los siguientes supuestos: a) la temperatura ambiental afecta la sobrevivencia y el crecimiento de la biomasa al siguiente año y b) también tiene efecto en el reclutamiento, por lo que α_t ha sido incorporado tanto en la s como en el reclutamiento Rt , el cual se obtiene mediante la función de Beverton y Holt (1957) cuya expresión es:

$$Rt = \frac{B_t}{a + bB_t} \dots\dots(4)$$

Los parámetros a y b de la función stock-reclutamiento se obtienen como:

$$a = \frac{Bo}{Ro} \left(1 - \frac{z - 0.2}{0.8z} \right) \dots\dots(5)$$

$$b = \frac{z - 0.2}{0.8zRo} \dots\dots(6)$$

Ro indica el reclutamiento en equilibrio y se obtiene como

$$Ro = Bo(1 - s) \dots\dots(7)$$

El ajuste a los modelos consistió en comparar la CPUE observada con índices de abundancia pronosticados que se estimaron como:

$$\hat{It} = \frac{\hat{C}_t}{Esf_t} \dots\dots(8)$$

donde

Esf_t = esfuerzo observado

$\hat{C}_t$ = captura estimada y se obtuvo como:

$$\hat{C}_t = \hat{B}_t U_t \dots\dots(9)$$

donde:

U_t = tasa de explotación y está dada por:

$$U_t = 1 - e^{(-qEsf_t)} \dots\dots(10)$$



El proceso de ajuste y estimación de los parámetros se realizó en dos fases:

1. En la **primera fase** se estimó la mejor combinación de los parámetros mediante rutinas de optimización iterativas y como estimador una función de verosimilitud tipo lognormal de la forma:

a) Para el modelo de Schaefer:

$$L(CPUE_{obs} | Bo, r, P, q, \sigma) = \prod_{t=i}^n \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{(Vt_i)^2}{2\sigma^2} \right)} \dots\dots(11)$$

b) para el modelo RRSC

$$L(CPUE_{obs} | Bo, s, P, q, z, \sigma) = \prod_{t=i}^n \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{(Vt_i)^2}{2\sigma^2} \right)} \dots\dots(12)$$

La ecuación 12 es básicamente la misma que la 11, sólo que ésta se refiere a los parámetros del *modelo de retraso*, en donde el error de observación se obtiene a partir del índice de abundancia obtenido con la biomasa pronosticada con el *modelo RRSC*.

donde:

$$L(CPUE_{obs} | Bo, r, P, q, \sigma)$$

de la ecuación 11 indica la probabilidad de la CPUE observada dado los parámetros del modelo de Schaefer Bo , r y P ; q el coeficiente de capturabilidad y σ la desviación estándar del error de observación

$$Vt i = [\ln(CPUE) - \ln(I_t)]$$

La desviación estándar del error se calculó como:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\ln(CPUE_i) - \ln(\hat{I}_i)]^2} \dots\dots(13)$$



2. La segunda fase consistió en estimar la distribución posterior de los parámetros mediante la fórmula de Bayes (Walters y Ludwig, 1994) asumiendo probabilidades anteriores uniformes y no informativas para los parámetros (Box y Tiao, 1973, Gelman (et. al. 1995).

El proceso de estimación de la distribución de los parámetros se realizó de la siguiente manera:

a) Se generan números aleatorios con distribución uniformes de los parámetros del modelo.

b) Se estima la biomasa (Ecuación 1) y los índices de abundancia (Ecuación 8), desde el primero al último año de la serie de datos de captura y esfuerzo.

c) Se estima la máxima verosimilitud (Ecuación 11) y se asigna el valor a los diferentes parámetros obtenidos en el inciso a); y d), se repite el procedimiento n veces.

τ Estado actual de la pesquería de la langosta espinosa en Baja California

El manejo tradicional de los recursos pesqueros se basa en puntos de referencia biológicos (**PRB**) que permiten definir una determinada estrategia de pesca y se derivan de los modelos que caracterizan la dinámica de las poblaciones (Sissenwine y Shepherd, 1987; Mace, 1994).

Los PRB como estrategias de manejo dependen de las condiciones del stock bajo estudio y pueden ser concebidos bajo enfoques "precautorios", "riesgosos" u "óptimos" (Mace, 1994). El uso del *modelo dinámico de biomasa* para el manejo de recursos pesqueros se basa en que la *producción excedente máxima (PEM)* se obtiene cuando la biomasa de la población es la mitad de lo que tendría en su condición virgen ($Bo/2$), y si este nivel se mantiene constante entonces es posible obtener lo que se conoce como el *Rendimiento Máximo Sostenido (RMS)*.

En el modelo RRSC el concepto de explotación también se refiere al RMS, por lo que el punto de referencia objetivo en ambos modelos utilizados es llevar la biomasa de la población al nivel donde la producción excedente es máxima (B_{PEM}), esto es; aprovechar sólo lo que la población produce en exceso y determinar el esfuerzo requerido para ello (Tabla 2).

Para definir el estado actual (*Est*) del

conocer si la biomasa actual $B_{t_{Actual}}$ (1997) es mayor o menor a $B_0/2$ y se obtuvo como:

$$Est = \frac{B_{t_{Actual}}}{[B_{PEM}]}$$



Así, el estado del stock se ubicó de acuerdo con las reglas de decisión que se muestran a continuación:

$$Est \begin{cases} < 1 \text{ Estado 1: el stock se encuentra abajo del nivel óptimo} \Rightarrow \text{Se requiere de estrategia de recuperación} \\ > 1 \text{ Estado 2: el stock se encuentra arriba del nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería tiene potencial de desarrollo} \\ = 1 \text{ Estado 3: el stock se encuentra en su nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería se encuentra en un nivel adecuado} \end{cases}$$

recurso el primer paso consistió en



Tabla 2. Las formas analíticas de los puntos de referencia empleados en el presente análisis según Hilborn y Mangel (1997).

	SCHAEFER	RRSC
Biomasa a la PEM	$Bo / 2$	$\frac{1}{b} \sqrt{\frac{a}{1-s}} - a$
U para la PEM	$U_{PEM} = r / 2$	PEM / B_{PEM}
PEM	$[Bo / 2] U_{PEM}$	$B_{PEM} \left(s - 1 + \frac{1}{a + bB_{PEM}} \right)$
Esfuerzo para PEM	$Esf_{PEM} = -LN(1 - U_{PEM}) / q$	$Esf_{PEM} = -LN(1 - U_{PEM}) / q$

A menudo el efecto de los cambios climáticos causa mucha confusión debido a que es difícil distinguir entre el impacto de la explotación y el efecto ambiental (Walters y Parma, 1996). En el caso de la langosta, cuando el ajuste se realizó sin incluir las anomalías térmicas, en el mejor de los casos, sólo se lograba obtener una línea más o menos recta que no describía las variaciones observadas, especialmente la disminución de la CPUE entre 1975 y 1985.

Sin embargo, cuando el factor ambiental fue incluido el modelo explica de una manera más adecuada éstos datos, lo que valida la hipótesis de Vega y Lluch-Cota (1992) en el sentido de que las anomalías térmicas tienen importancia significativa en el comportamiento de las poblaciones de la langosta roja.



Las variaciones de las curvas de biomasa pronosticadas por los dos modelos (Fig. 3) coinciden con la descripción de la relación entre las capturas y los periodos de calentamiento y enfriamiento de la superficie del mar descrita por Vega y Lluch-Cota (1992). Por ejemplo, estos autores caracterizan el periodo 1973-1985 como el de un "calentamiento intenso", lo que se refleja como una tendencia negativa de la biomasa que culmina con el valor más bajo en 1985. De 1985 a 1990 el periodo se caracteriza por un "enfriamiento" y recuperación de las capturas, que es cuando la biomasa se incrementó.

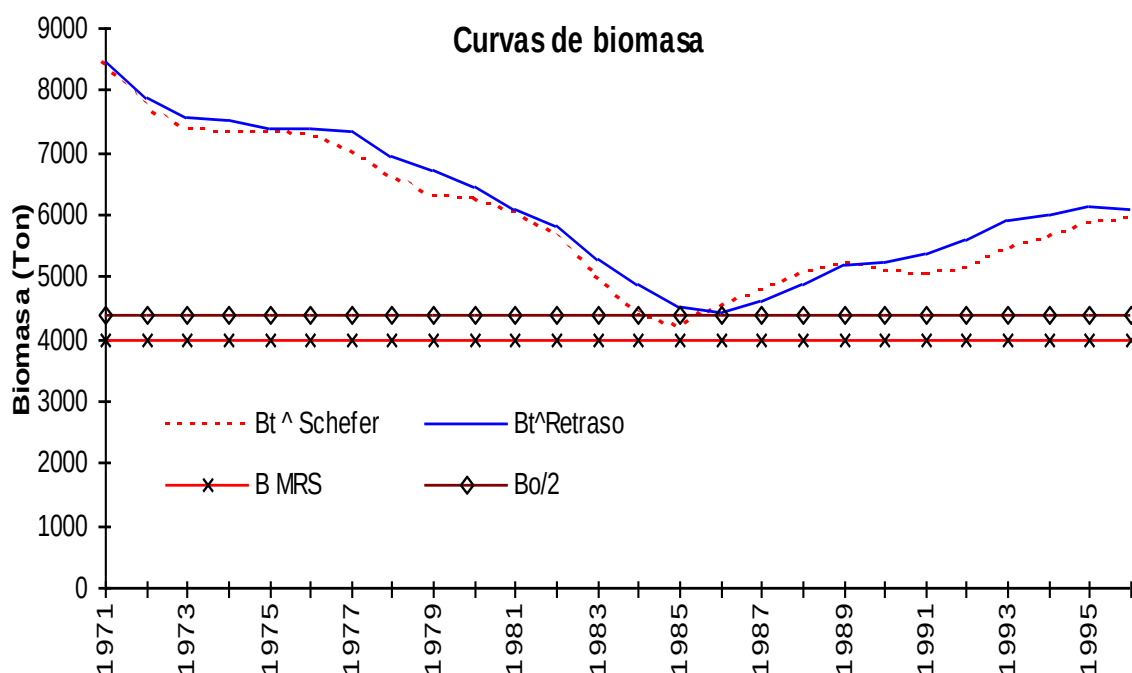


Fig. 3. Curvas de biomasa pronosticadas por el modelo de Schaefer (línea punteada) y el RRSC (línea sólida).



La fase actual de 1990 a 1994-1995 está caracterizada con el calentamiento asociado al evento ENOS de 1992 pero que aún no se ha traducido en una disminución de la biomasa.

Resultante de que se ha extraído menos de la PEM, la biomasa de la población de langosta siempre se ha mantenido arriba del nivel de la máxima productividad, excepto en el periodo 1984-1985 cuando apenas disminuyó cerca de la mitad de su condición virgen (Fig. 3), producto del calentamiento más fuerte ocurrido entre 1982 y 1983, combinado ade-

más con el incremento de la captura en 1981.

Por consiguiente, es evidente que los cambios en la TSM tienen un efecto en la dinámica de las poblaciones de langosta y que deben ser consideradas en las estrategias de manejo de este recurso, pero mientras la biomasa no sea inferior a la mitad de su condición virgen el riesgo de afectar la continuidad del stock y la estabilidad de la pesquería es mínimo.

Con la primera opción de ajuste la máxima verosimilitud obtenida fue $1.26 \text{ E}+27$ para el *modelo de Schaefer* y $1.93 \text{ E}+26$ para el *RRSC*.



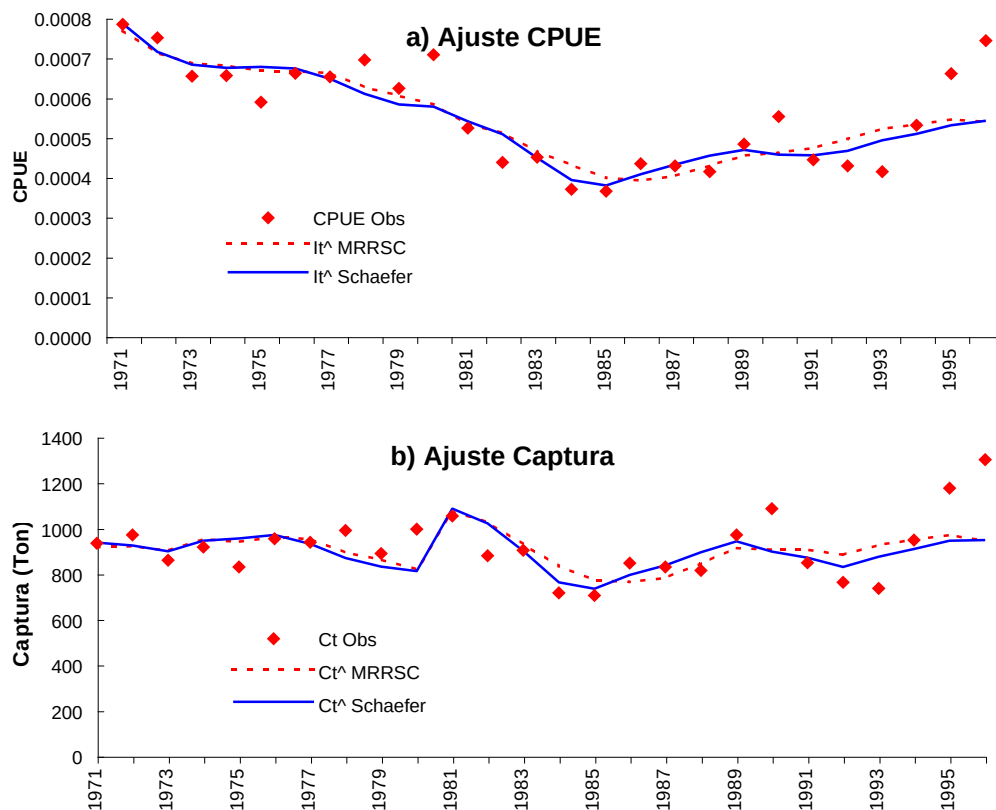


Fig. 4. Ajuste del modelo de Schaefer y el modelo de RRSC a los datos de CPUE y capturas observadas de la pesquería de la langosta roja en la península de Baja California, México.

Tabla 3. Valores de los puntos de referencia pronosticados por el modelo de Schaefer y el RRSC (las cifras para biomazas y capturas están en toneladas; los datos de esfuerzo se refieren a la suma de las trampas en operación por día, durante cada temporada).

PR	Actual	ÓPTIMOS			ACTUAL/ÓPTIMO		
		Schaefer	RRSC	$DPB_{Schaefer}$	Schaefer	RRSC	$DPB_{Schaefer}$
B_{PEM}	5,974.61	4,396.42	3,981.87	3,544.56	1.3590	1.5005	1.3817
U_{PEM}	0.1586	0.2616	0.3776	0.3497	0.6063	0.4200	0.3776
Esf_{PEM}	1,750,000	3,073,192	4,921,526	3,352,878	0.569	0.3556	0.52193969
Ct_{PEM}	1,300.00	1,150.03	1,503.70	1,239.62	1.130	0.865	1.049

Considerando que el modelo de Schaefer explica de una manera más verosímil los datos que el RRSC (Fig. 4) y, por principio de parsimonia, la *distribución de probabilidad posterior del Teorema de Bayes (DPPB)* se estimó sólo para el primer modelo.

Los resultados indican que aun cuando la mejor combinación de parámetros para el modelo de Schaefer ($Bo = 8792$, $r = 0.5231$, $q = .98675E-8$ y $P = 0.96$) quedan incluidos dentro de los rangos de la DPPB, no coinciden con al valor más probable de las distribuciones posteriores (Fig. 5).



No obstante las diferencias en los estimados de los parámetros, se considera que la pesquería de langosta puede ser manejada con base

para estos modelos, y como las biomásas pronosticadas por ambos son superiores a los puntos de referencia objetivos $Bo/2$ y $BMRS$ (Fig. 3 y Tabla 3), *esta pesquería se ubica en el estatus 2, que corresponde a pesquerías con potencial de desarrollo.*

La DPPB de la PEM varió de 1075 a 1450 t, con un valor mas probable de 1239 t (Fig. 5a). Si la captura promedio de langosta es de 916.739 t, significa que en promedio se ha extraído el **74%** del valor óptimo, y que por tanto, teóricamente la biomasa de la población debe ser mayor que $Bo/2$, puesto que se ha extraído menos de la PEM. Lo anterior se evidencia en la *figura 5b*, donde se observa que la DPPB de la biomasa actual es mayor que la DPPB de $Bo/2$, y aún cuando existe traslape en ambas distribuciones, la DPPB de la tasa $Bt_{Actual} / [Bo/2]$ indica que no existe ninguna probabilidad de que la biomasa actual sea menor que $Bo/2$ (Fig. 5c).

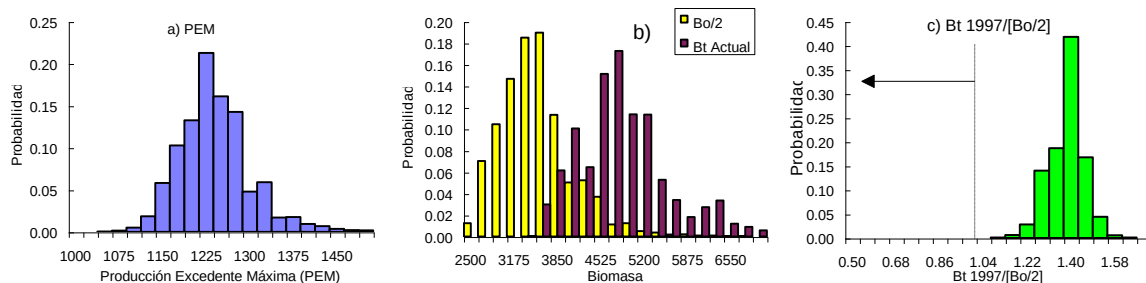


Fig. 5. Distribución posterior de: a) la Producción Excedente Máxima, b) $Bo/2$ y la biomasa actual, y c) La tasa $Bt_{Actual} / [Bo/2]$

en los puntos de referencia definidos

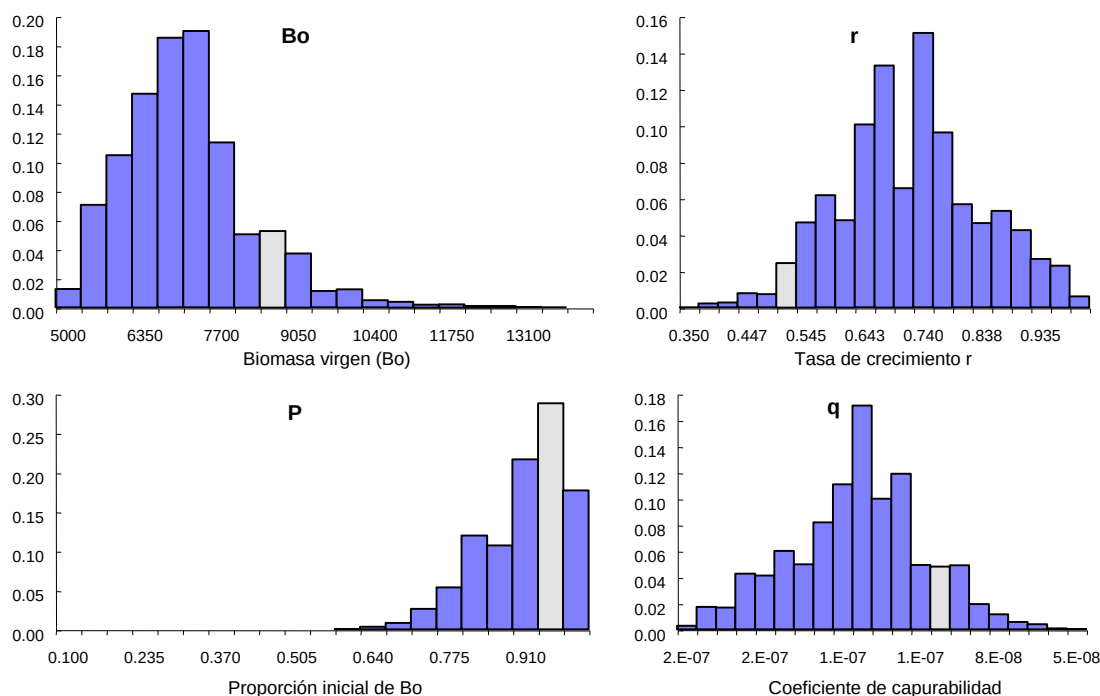


Fig. 6. Distribución posterior de la biomasa virgen (B_0), la tasa de crecimiento (r), la proporción inicial de B_0 (P) y el coeficiente de capturarabilidad (q) de la langosta roja *P. interruptus* en la península de Baja California México. Las barras en color claro indican los valores con la máxima verosimilitud (MV) obtenidos por medio de rutinas de optimización.

Los resultados de los modelos de Schaefer y RRSC ajustados con la mejor combinación de parámetros indican que la tasa $B_{tActual}/B_{tPEM}$ varia entre 1.3590 y 1.5 respectivamente, mientras que la DPPB señala que el valor más probable es 1.3817 (Tabla 3).

Esto implica que la biomasa debería ser disminuida mediante el incremento de la tasa de explotación de 0.16 (U actual) 0.38 considerando que la DPPB incorpora toda la incertidumbre presente en los parámetros del modelo de Schaefer (Fig. 6).

La tasa de explotación puede ser controlada por dos vías, *mediante el esfuerzo o mediante la captura*.

Para elegir cual de estas opciones deber ser utilizada para el manejo de la langosta roja es necesario considerar las diferentes estrategias de manejo en la sección de perspectivas.



PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

El manejo de recursos pesqueros con base en el concepto de producción excedente asume que sólo se debe extraer lo que la población produce en exceso, y que esta es máxima cuando la biomasa es la mitad de su condición virgen.

Una de las formas tradicionales para el manejo de recursos pesqueros se ha basado en la estimación de un "esfuerzo óptimo" con el cual se puede extraer esa producción óptima.

El manejo de las pesquerías dentro del contexto de "producción excedente", se fundamenta en extraer de la población lo que ésta produce en exceso



Sin embargo, este esquema ha fallado por tres razones:

1. El "esfuerzo óptimo" se ha aplicado sin considerar si la biomasa actual está en el nivel de máxima productividad.
2. Por lo general, las unidades de pesca tienden a actualizarse tecnológicamente, los métodos de pesca se hacen más eficientes y se extrae más de lo que se había recomendado como la PEM o RMS, además de que el esfuerzo nominal por lo general tiende a incrementarse. Es decir, el enfoque tradicional ha olvidado que el esfuerzo debe ser concebido como una simple forma de controlar la captura máxima y no como el componente principal de un esquema de manejo, que en la práctica resulta incontrolable y que el verdadero punto de referencia es la B_{PEM} y la PEM.
3. Ya que este enfoque es relativamente reciente (Hilborn, 1987; Schnute, 1987; Hilborn y Walters, 1992; Cordue y Francis, 1994), en México no se han considerado los riesgos asociados a las estrategias de manejo, a menudo obtenidas con información escasa e imprecisa. Con base en lo anterior, las estrategias que se analizan para la pesquería de la langosta se basan en diferentes opciones de captura, como punto de referencia principal y no en el esfuerzo, ya que sólo es una forma indirecta de controlar la captura.

Puesto que ningún modelo puede explicar manera perfecta los datos observados, las decisiones de manejo tendrán una incertidumbre asociada. Ésta se asume en los errores de observación y de proceso (Hilborn

y Mangel, 1987), así como a la simplicidad del modelo (Schnute, 1987).

Los nuevos enfoques para el manejo de recursos pesqueros incorporan formalmente la incertidumbre en los procesos de evaluación y manejo (Frederick y Peterman, 1994). Este enfoque consiste en definir un punto de referencia determinado, analizar diferentes opciones de manejo y estimar las probabilidades de que el stock sea inferior al nivel no deseado (Brown y Patil, 1986; Francis, 1992).

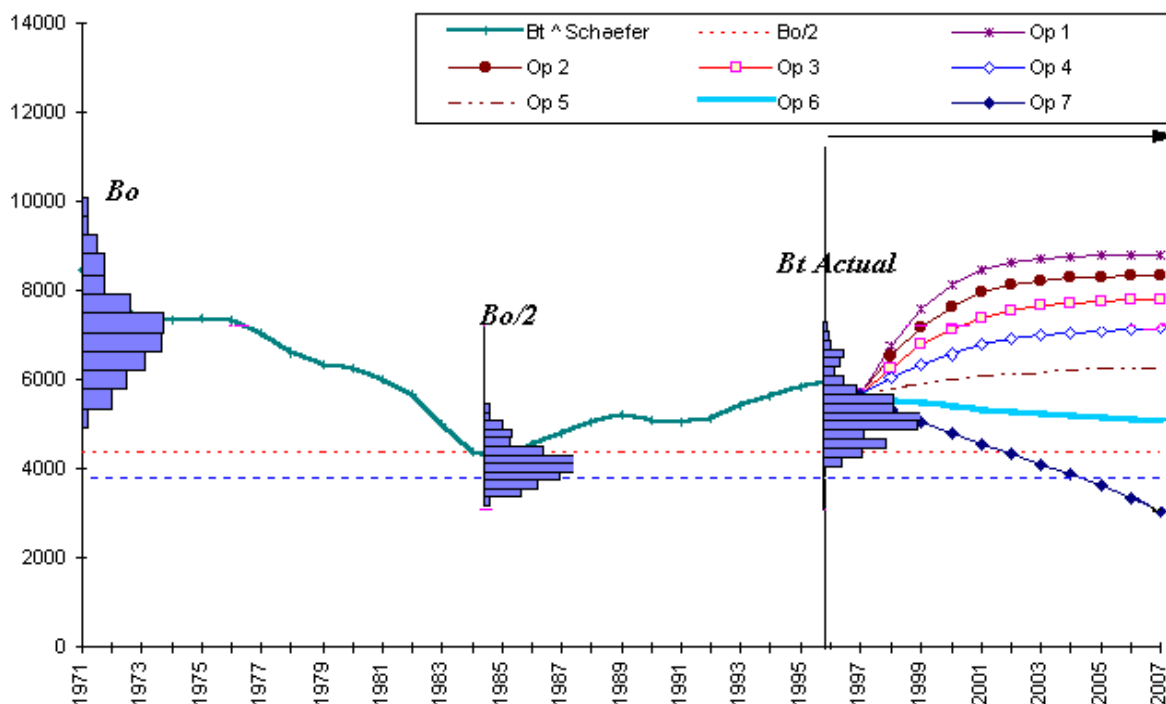


Fig. 7. Proyección de biomasa de la langosta roja *P. interruptus* en la península de Baja California bajo diferentes opciones de captura con base en el modelo de Schaefer. Con objeto de representar gráficamente la incertidumbre sobre el valor real de la biomasa, se ha agregado la distribución posterior de la biomasa virgen (Bo), la biomasa que genera la Producción Excedente Máxima (BPEM) y la biomasa actual ($BtActual$)



Considerando que en el caso de la langosta es muy importante mantener la biomasa arriba del nivel de máxima productividad, el análisis consistió en:

- 1) Calcular la distribución posterior de probabilidad de la biomasa proyectada en los siguientes seis años a partir de 1997 bajo siete opciones de captura incorporando la incertidumbre total mediante el *enfoque bayesiano* (Walters y Ludwig, 1994; Walter y Punt, 1994).
- 2) Calcular el riesgo de que la biomasa proyectada en cada año sea menor a $Bo/2$.



Las opciones analizadas fueron las siguientes:

Opción 1: Cerrar la pesquería

Opción 2: Capturar solo el 0.2 de la PEM

Opción 3: Capturar el 0.4 de la PEM y así para el resto de las opciones.

La **Opción 6** corresponde a capturar solo la PEM (1,239 t) con la cual la población tendería disminuir lentamente acercándose a $Bo/2$ pero nunca sería inferior.

Sin embargo, cuando se extrae más de la PEM (**Opción 7**), la biomasa disminuye a menos de $Bo/2$, aumentando el riesgo de que las poblaciones sean afectadas por las variaciones ambientales (Fig. 7).

El cálculo de la DPPB de la biomasa proyectada y el análisis de riesgo se realizó de la siguiente manera:

- a) Se generan números aleatorios con distribución uniforme de los parámetros del modelo de

Schaefer, y se estima la MV igual que en la estimación de la DPPB de los parámetros

- b) Se calcula la biomasa proyectada al año t_i con base a los parámetros obtenidos en (a)
- c) se estima $Bo/2$
- d) se obtiene la fracción $Bt_{Proyectada}/[Bo/2]$
- e) se asigna la MV a la clase correspondiente a la fracción $Bt_{Proyectada}/[Bo/2]$
- f) se repite el procedimiento n veces.

Una vez obtenida la DPPB de la fracción $Bt_{Proyectada} / [Bo/2]$ el riesgo se calcula al sumar las probabilidades de las clases menores a la unidad.

Los resultados indican que con una captura de 1,239 t (**Opción 6**) no es probable que la biomasa proyectada al año 2003 sea menor que $Bo/2$. Sin embargo, con la **Opción 7**, al incrementar el 20% la PEM (1,486 t) en el año 2001 existe un riesgo de 16.6% de que la biomasa sea menor a $Bo/2$, el cual se incrementa a 75.5% en el 2003 de continuarse con ese nivel de captura (Fig. 8).



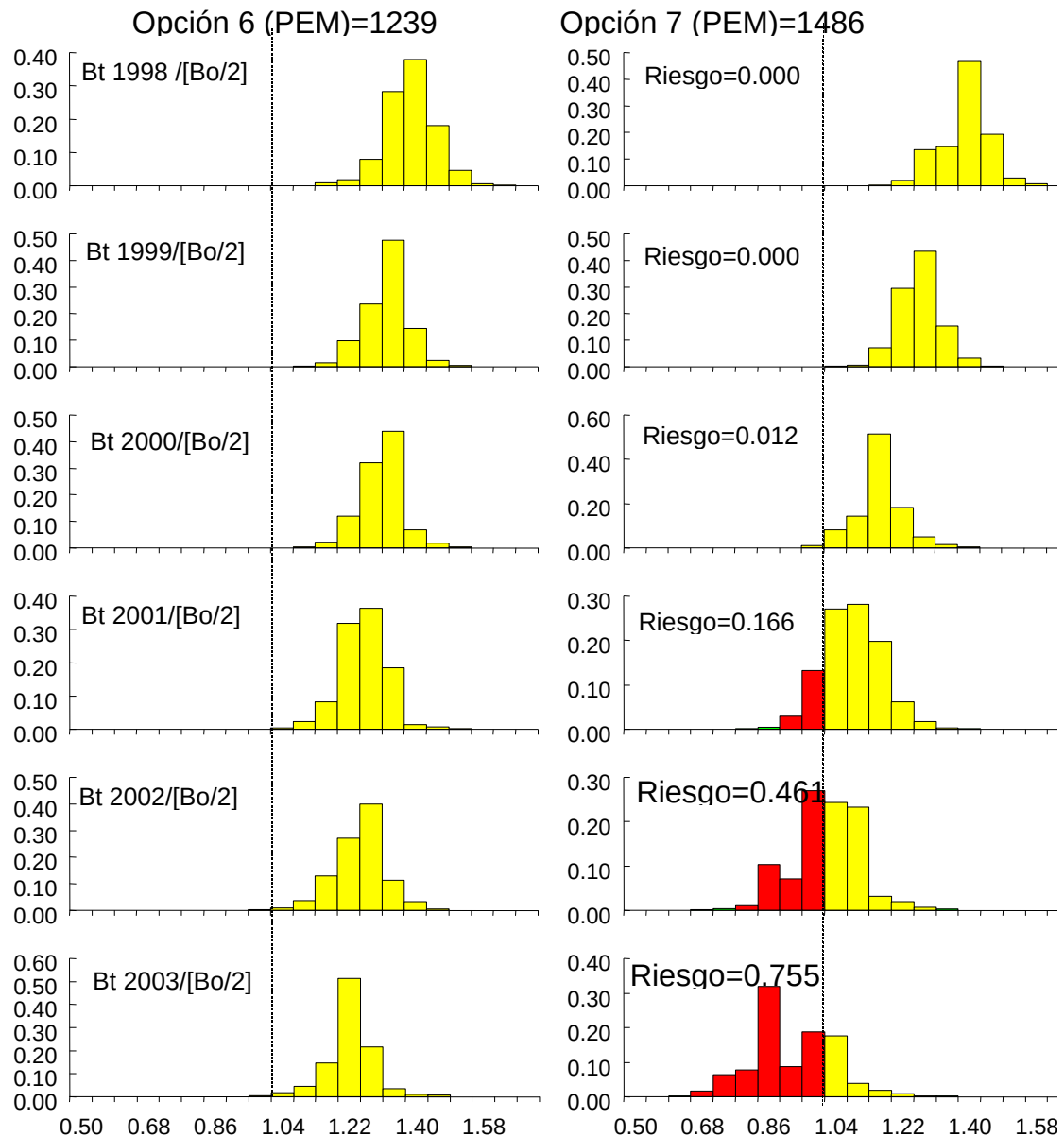


Fig. 8. Distribución posterior de la probabilidad de la fracción $Bt_{proyectada}/[Bo/2]$ con dos opciones de captura. La línea vertical punteada marca el límite entre los valores mayores y menores a la unidad. Las barras oscuras señalan riesgo y las claras, no riesgo.

En los últimos dos años se registraron las capturas mas altas de toda la serie de datos, con un registro de 1,300 t en 1996 (Fig. 3). Los mayores incrementos de captura se dieron en 1980-1981 y 1989-1990 y que después se observó una disminución. Estos cambios en la abundancia se deben efectos combinados del au-

mento de la captura y el evento *ENOS* de 1982 y 1983, y aún cuando los modelos no fueron capaces de seguir ese incremento, es importante considerar que las 1,300 t es mayor a la PEM.



Por tanto, considerando en primer término que:

1. La biomasa actual de la población de la langosta es mayor al nivel de máxima productividad, por lo que la pesquería se ubica en el **estatus 2**, que corresponde a pesquerías con potencial de desarrollo,
2. De 1971 a 1996, cada temporada se ha extraído solo el 74% de la máxima producción excedente, por lo que el valor esperado del potencial de desarrollo de esta pesquería es de 26%,
3. Sin embargo, las poblaciones de langosta son susceptibles a las variaciones de la Temperatura Superficial del Mar (causadas por el fenómeno *ENOS*), las cuales no han sido significativas debido a que la biomasa se ha mantenido arriba de $Bo/2$,
4. Por consiguiente, con objeto de minimizar el riesgo de afectación debido a los cambios ambientales asociados a este fenómeno, es importante conservar la biomasa arriba de $Bo/2$,
5. Los resultados del análisis realizado muestran que si se extrae un 20% mas de la PEM (Opción 7, 1,480 t) existe el riesgo de que en cuatro años la biomasa sea menor a $Bo/2$;

y en segundo término:

1. El enfoque utilizado en este análisis no considera al esfuerzo como la parte principal de un esquema

de manejo, sino como una forma indirecta de controlar la captura,

2. El punto de referencia principal consiste en extraer solo lo que el sistema es capaz de producir en exceso,
3. Y finalmente, en la última temporada la captura fue de 1,300 t, valor superior a las 1,239 t estimadas como el valor esperado de la PEM.

Se recomienda que la captura por temporada no sea mayor 1,240 t. De continuar con una captura de 1,300 t (como ocurrió en el último año, aún sin incrementar el número de trampas), la biomasa tenderá a disminuir abajo del nivel de máxima productividad (tal como se pronostica con la Opción 7), aumentando con ello el riesgo del impacto de las variaciones ambientales asociadas a los cambios de temperatura oceánica.

Las nuevas evidencias que muestren los registros de captura y esfuerzo determinarán si efectivamente los incrementos de la CPUE en la última temporada se deben efectivamente a incremento en la abundancia de la población. Mientras, con base a la mejor información disponible y considerando un nuevo enfoque en el manejo de recursos pesqueros, es importante que las recomendaciones emanadas de este trabajo sean tomadas como la parte principal en el proceso de toma de decisiones con objeto de continuar con la estabilidad de una pesquería que en promedio ha tomado el 74% del potencial máximo en las últimas temporadas.

Se considera que, si bien existe un potencial de desarrollo en esta pesquería en cuanto a biomasa aprovechable, el número de cooperativas y sobretodo el número de trampas y viajes que se realiza como esfuerzo pesquero, se deberá mantener en los mismos niveles para no poner en riesgo a las poblaciones de langosta y que siga rindiendo beneficios a los usuarios mismos.

- Evaluar el impacto de otras pesquerías por el uso de redes de enmalle y camaroneras sobre las poblaciones de langosta.
- Integración de aspectos socio-económicos, de mercado y biotecnológicos que permitan optimizar el sistema de administración del recurso.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Conjuntando los resultados de la presente evaluación y de la Reunión Técnica del Programa Langosta del Pacífico (agosto 1997), las oportunidades de investigación yacen en los siguientes temas:

- Prospección y evaluación de langosta en áreas profundas, índices de reclutamiento y otros parámetros poblacionales como mortalidad, fecundidad, crecimiento, migraciones
- Impacto de los cambios climático-oceanográficos de escala inter-anual e interdecadal sobre los procesos biológicos, abundancia y distribución y dinámica poblacional del recurso, esto incluye la incorporación de modelos oceanográficos que permitan predecir la deriva y distribución de larvas.
- Incorporación de estudios de genética para la diferenciación y caracterización de las distintas poblaciones o subpoblaciones de langosta roja; estudios sobre las diferentes asociaciones interespecíficas.



El sector productivo participa ampliamente en estas actividades a través del *Comité Técnico Consultivo del Programa Langosta del Pacífico*, mediante el cual los productores aportan recursos económicos y apoyo logístico para actividades de monitoreo e investigación.



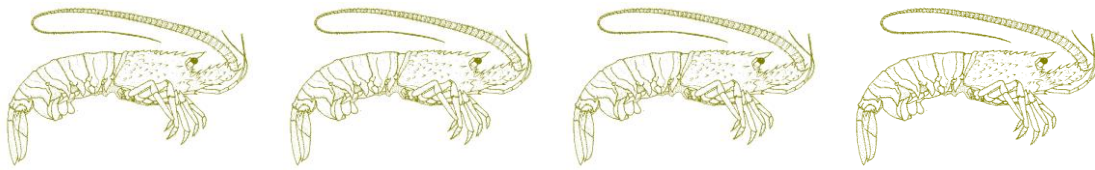
La colaboración con otras instituciones académicas nacionales queda en el contexto del *Sistema de Investigación del Mar de Cortés (SIMAC)* a través del cual se realizan monitoreos de factores ambientales y la instalación de una red de termógrafos en las localidades más representativas de la pesquería.



Dentro del contexto internacional los principales convenios de colaboración con otros países incluyen el CONVENIO BINACIONAL MÉXICO-

CUBA donde participa el Centro de Investigación Pesquera (Cuba), México-Australia con la participación de la Universidad de Curtin y el Laboratorio de Pesquerías de Perth (Australia) y finalmente México-E.U. donde participa el Laboratorio-Honolulu del Centro de Investigaciones Pesqueras del Sudoeste de los

E.U., el Instituto Scripps de Oceanografía y el Departamento de Caza y Pesca de California.



REFERENCIAS

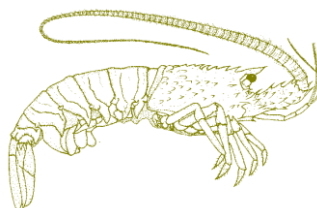
- Aiken, D. E. 1980. Molting and growth. In: Cobb, J.S, & B.F. Phillips (eds). The biology and management of lobsters. Academic Press, New York: 91-147.
- Allen, B. M. 1916. Notes on the spiny lobster (*Panulirus interruptus*) of the California coast. Univ. Calif. Publ. Zool. 16 (12): 139-152.
- Andrade, P. M. L. 1991. Sinopsis evolutiva de la pesquería de langosta roja (*Panulirus interruptus*, Randall 1840), en el litoral Pacífico de la península de Baja California, y su relación con los mecanismos regulatorios. Federación Reg. Soc. Coop. Ind. Pesquera "Baja California", F.C.L., México (inédito).
- Ayala, M. Y. 1976. Aspectos biológicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randal, 1840) del área comprendida entre Malarrimo y La Lobera (5 km al sur de Punta Eugenia B.C.S.). Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Masivos de México: Abulón y Langosta: 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.

- Beverton, R. J. & Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries Investment Series 2. U.K. Ministry of Agriculture and Fisheries, London.
- Box, G. E. P. & Tiao, G. C. 1973. Bayesian inference in statistical analysis. Wiley Classics, New York.
- Brown, B. E, & Patil, G. P. 1986. Risk analysis in George's Bank Haddock fishery - a pragmatic example of dealing with uncertainty. N. Am. J. Fish. Man. 6: 183-191.
- Cobb, J. S. & B. F. Phillips. 1980. The biology and management of lobsters. Academic Press, New York.
- Cordue, P. L. & R. I. C. C. Francis. 1994. Accuracy and choice in risk estimation for fisheries assessment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 817-829
- Chapa, S. H. 1964. Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su Pesquería. SIC/Dir. Gral. Pesca Ind. Cxas. /INIBP 6: 1-68.
- Deriso, R. B. 1980. Harvesting strategies and parameters estimation for and age- structured model. Can. J. Aquat. Sci. 37: 268-282.
- 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.
- Frederick, S. W. & Peterman, R. M. 1994. Choosing fisheries harvest policies when does uncertainty matter. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52:191-306.
- Gelman, A., Carlin, J. B. & Rubin, D. B. 1995. Bayesian data analysis. Chapman & Hall, New York.
- González-Avilez, J. G. y Ortiz Q. M. 1991. Proceso reproductivo de langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1840) y su relación con el periodo de veda en el Estado de Baja California. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- González-Avilez, J. G., Lelevier G. A. y J. Medina-Solís. 1990. Migración y crecimiento de langosta roja en Isla de Cedros Baja California. Resúmenes de VIII Congreso. Nacional de Oceanografía. 21-23 noviembre 1990. Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México
- González-Avilez, J. G. y Lelevier, G. A. L. 1992. Análisis de diez temporadas de pesca de langosta *Panulirus interruptus* en

- Baja California. En: Guzmán del Prío 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
- Gracia, A. y Kensler, C. B. 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. An. Inst. Cien. Mar Limn. 7 (2): 111-128 .
- Guzmán del Prío, S. A. y Pineda-Barrera, J. 1992. Análisis poblacional de la pesquería de langosta roja (*Panulirus Interruptus*) de 1971-1975 en la Bocana - Abreojos, B.C.S., Mexico. En: Guzmán del Prío 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.
- Hilborn, R. 1987. Living with uncertainty in resource management. N. Am. J. Fish. Manag. 7:1-5.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York.
- Hilborn, R. & M. Mangel. 1997. The ecological detective: confronting models with data. Princeton University Press. Princeton.
- 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. 19: 1-36 .
- Johnson, M. W. 1960. The offshore drift of larvae of the California spiny lobster *Panulirus interruptus*. CalCOFI Rep. 7: 147-161.
- Lindberg, R. G. 1955. Growth, population dynamics and field behavior in the lobsters, *Panulirus interruptus* (Randall). Univ. of Calif. Zool. Acta 22 (6): 157-248 .
- Lozano, A. E., F. P. Briones, & B. P. Phillips. 1991. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía Ascensión, México. Fish. Bull. 89: 19-89.
- 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.
- Phillips, B. F. & J. D. Booth. 1994. Design, use, and effectiveness of collectors of catching the puerulus stage of spiny lobsters. Rev. Fish. Sci. 2 (3): 255-289.

- Pineda, B. J. y A. J. Díaz de León C. 1981. Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1842), en Baja California. *Ciencia Pesquera* 1: 99-118.
- Schnute, J. 1987. Data uncertainty, model ambiguity, and model identification. *Nat. Res. Mod.* 2 (2): 159-212.
- SEMARNAP. 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. SEMARNAP, México.
- SEPESCA. 1988-1993. Anuario Estadístico de Pesca. SEPESCA. México.
- Serfling, S.A. & Ford R.F.(1975). Laboratory culture stages of the california spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall) at elevated temperatures. *Aquaculture* 6: 377-387.
- Sierra, R. P., E. Zarate B., M. Muciño y A. Vélez. 1998. Incorporación de la variabilidad ambiental en los modelos de producción excedente e incertidumbre en el proceso de ajuste. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sissenwine, M. P. & J. G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 913-918.
- 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 R.C. Gómez. 1996. Pesquería de Langosta. En: Casas Valdés, M. & G. Ponce Díaz. (eds). Diagnóstico del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur, México. FAO/ SEMARNAP/ Gobierno de Baja California Sur.
- Vega, V. A., G.C. Espinoza, M.N. Salazar, R.C. Gómez y E. Michel G. 1995. Dictamen técnico referente a las medidas regulatorias de la pesquería de langosta, para la temporada de pesca 1995-1996, en aguas de jurisdicción federal del Pacífico Mexicano. CRIP La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- 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 En: 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, 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 (inédito).
- 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 (inédito).
- Walters, C. & A. Punt. 1994. Placing odds sustainable catch using virtual population analysis and survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 946-958.
- Walters, C. & D. Ludwig. 1994. Calculation of Bayes posterior probability distribution for key population parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 713-722.
- Walters, C. & A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 148-158.
- Wilson, R. C. 1948. A review of the southern california spiny lobster fishery. Cal. Fish and Game 34 (2):



erizo
erizo RC

erizd

erizo

ROJO

rojo

erizo

ROJO

ROJO

ROJO

rojo

erizo

rojo

ROJO

erizo

erizo

erizo

erizo
erizo
erizo
erizo
erizo

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE ERIZO

ESPECIE: Erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*)

- 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.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 1,997 toneladas: 24% con respecto al máximo histórico (1989).
- Captura 1998: Posible disminución de las capturas

EFECTOS ENSO 97-98

- Decrece el reclutamiento y el crecimiento.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Dinámico de biomasa con anomalías térmicas.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro.

MEDIDAS DE MANEJO

- Veda temporal, cuota de captura 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.

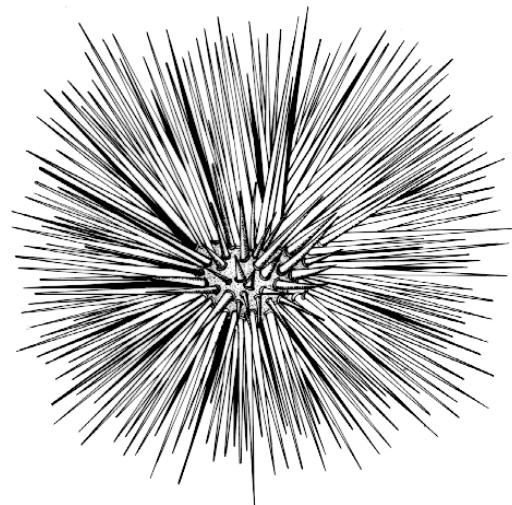
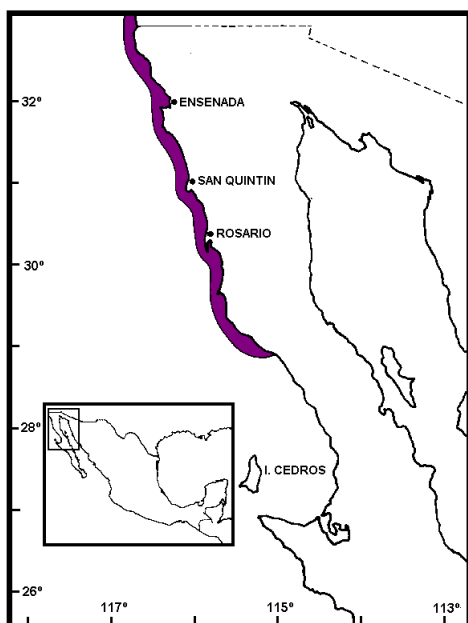
ERIZO DE MAR

*Strongylocentrotus
franciscanus*

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesquería del erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*), junto con las pesquerías de abulón y langosta, es una de las más importantes en la península de Baja California. Genera aproximadamente 2,000 empleos en la región y sus volúmenes de captura se encuentran alrededor de 3,000 t en los últimos tres años.



El erizo es apreciado en el mercado asiático por la calidad y tamaño de sus gónadas, y debido a la demanda internacional siempre se ha canalizado como un producto de exportación que genera divisas para el país equivalentes a siete millones de dólares anuales, lo que la ubica en el séptimo lugar en México y en quinto lugar a nivel mundial (SEMARNAP, 1996).

La pesquería de erizo rojo ha alcanzado un volumen de 3,000 toneladas durante los últimos 3 años. Su importancia económica la ubica en el quinto lugar a nivel mundial.

Existen cuatro especies de erizos en la península de Baja California,

Strongylocentrotus franciscanus (erizo rojo), *S. purpuratus* (erizo morado), *Centrostephanus coranatus* y *Lytechinus anamesus*, de ellas, sólo las dos primeras especies son explotadas comercialmente.

Los primeros intentos de aprovechamiento de erizo rojo de mar (*S. franciscanus*) fueron a finales de la década de los años sesenta por una compañía japonesa, pero fue hasta 1972 cuando se inicia su explotación a nivel comercial con una captura de 93 t de peso entero (Malagrino, 1972).

La principal especie que se captura es el erizo rojo, pero a partir de 1993 el erizo morado fue incorporado también a las capturas comerciales (Palleiro *et al.*, 1995).

Las capturas han disminuido su nivel desde 1989 pero se han mantenido estables alrededor de las 3,000 t. Para 1997 se estableció una cuota de 1,700 t para llevar a cabo la recuperación de las poblaciones pero la cuota para noviembre de 1997 se había rebasado en 256 t (cifras preliminares de la SEMARNAP).

De las cuatro especies que se localizan en B.C., solo dos (el rojo y el morado) son explotadas comercialmente.

La pesquería del erizo rojo ha contribuido al desarrollo y diversificación regional de la pesca, sin embargo, este recurso tiene características de vida y hábitat que lo hacen ser sen-

sible a los cambios ambientales y susceptible de ser sobreexplotado.

La pesquería inició formalmente en 1972, registrándose 93 t de peso vivo. En 1979 alcanzó 5,500 t y en 1986 superó las 8 mil t. Durante los últimos tres años ha presentado cierta estabilidad con aproximadamente 3,000 t.

BIOLOGÍA

El erizo rojo es el equinodermo de mayor tamaño en la costa noroccidental del continente americano. Se distribuye desde las costas de Alaska, Estados Unidos, hasta Isla Cedros en Baja California, México. Habita en sustratos rocosos, desde la zona intermareal hasta los 125 m de profundidad (Mottet, 1976; Kato y Schroedter, 1985).

El erizo rojo alcanza tallas máximas de 170 mm de diámetro. Su crecimiento varía estacional y espacialmente, siendo lento antes de madurar y acelerado después del desove. Swan (1961), Farías (1980) y Palleiro (1982) determinaron una constante de crecimiento de von Bertalanffy (k) de 0.189, aunque en los dos primeros años muestran diferencias en longitud (11 y 25 mm para el primer año y 34 y 42 mm para el segundo) y valores similares para el tercer (53 y 56 mm) y cuarto año (71 y 68 mm).



El erizo es una especie dioica, sin dimorfismo sexual y con fertilización externa (Mottet, 1976). Su estadio larvario, que dura entre dos y tres meses, depende de la disponibilidad de sustrato adecuado para su asentamiento. Inmediatamente después de fijarse al sustrato lleva a cabo la metamorfosis dando un erizo de 1 mm de diámetro.

La época de desove del erizo en Baja California se presenta de febrero a mayo, los picos de desove pueden variar estacionalmente. En México no se han realizado estudios de fecundidad de las especies que se explotan.

La talla de primera madurez se alcanza entre los 60 y 65 mm (Tapia, 1986; Ruiz *et al.*, 1987), sin embargo, en algunos casos puede ser menor.

La población de erizo rojo se distribuye en parches desde Alaska hasta Isla Cedros, B.C. en México.



La población de erizo rojo se encuentra distribuida en parches o agregaciones (Rosenthal *et al.*, 1974), determinada principalmente por la disponibilidad de alimento, la

tasa de reclutamiento y por la tasa de sobrevivencia de los juveniles (Ebert, 1983). Presentan movimientos motivados principalmente por la búsqueda de alimento, pudiendo desplazarse hasta 10 m al día. Importante característica es que los adultos sirven como dosel y protección para los juveniles contra los depredadores, subiéndose a ellos y escondiéndose entre sus espinas (Sloan *et al.*, 1987).

La tasa de reclutamiento, la tasa de sobrevivencia de los juveniles y la disponibilidad de alimento determinan la distribución de la población.

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones y equipos

Su captura se realiza mediante el buceo semi-autónomo, con embarcaciones menores de fibra de vidrio (14 pies de eslora) y motor fuera de borda, en la cual participan tres personas: un motorista, cabo de vida y un buzo.

La operación de pesca consiste en la recolección manual. En 1986 ya se contaba con 250 equipos (embarcación menor con compresora y equipo de buceo semi-autónomo), que aumentaron a 300 al año siguiente, manteniéndose sin grandes variaciones hasta la temporada 1996-1997.

La pesca se realiza regularmente de 6 a 30 m de profundidad.

En la temporada de pesca 1996/1997 se registraron 51 unidades de producción autorizadas (Tabla 1), con un total de 292 embarcaciones y un número igual de equipos de pesca (fuente: Delegación Federal de la SEMARNAP en Baja California).

Durante la época de veda del erizo, la flota captura adicionalmente otras especies como son el pepino de mar, el abulón y moluscos como caracol.

τ Tendencias históricas

Las capturas anuales del erizo rojo han fluctuado, con máximos en 1979 y 1989, con 5,500 y 7,996 t, respectivamente (Cota *et al.*, 1997). Durante el periodo 1980-83 se observó un descenso en las capturas, que se atribuyó a un efecto combinado del fenómeno “El Niño-Oscilación del Sur” (ENOS) (1982-1983) y a una fuerte presión de pesca (Palleiro *et al.*, 1986b).

Tabla 1. Unidades de pesca, número de embarcaciones y número de equipos registrados para la explotación del erizo rojo en Baja California, México, para la temporada 1996-1997.

UNIDADES	No.	No. EMBARCACIONES Y EQUIPOS
Cooperativas	1	37
Asociaciones	36	207
Permisionarios	14	48
TOTAL	51	292

El número de equipos de pesca se ha mantenido más o menos estable desde sus inicios; en 1986 se registraron 250 equipos de pesca, durante la temporada 1996-97 se registraron un total de 292 embarcaciones.

Después del máximo de 1986 la pesquería declinó nuevamente, observándose una cierta estabilidad de 1991 a 1996, con capturas promedio de 3,000 t (Fig. 1).

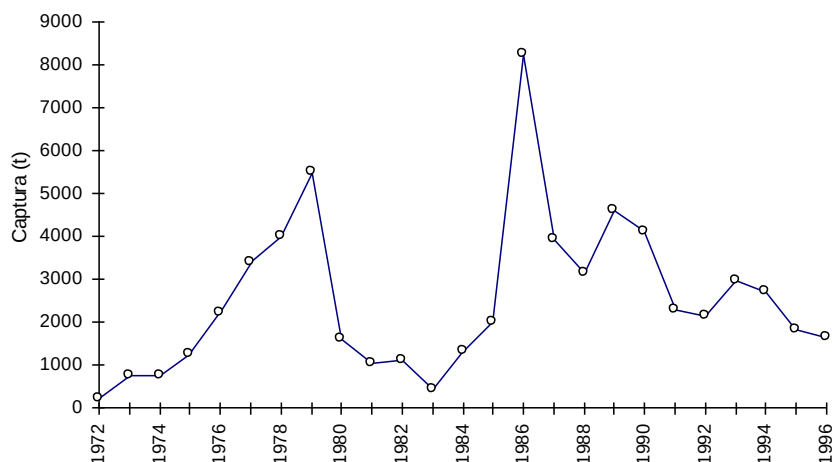


Fig. 1. Captura comercial de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* de 1972 a 1996 en Baja California, México.

El aumento en el esfuerzo ejercido para la explotación del recurso provocó un descenso en la captura durante la temporada 1980-1983, que también se asoció al fenómeno ENOS.

El rendimiento obtenido por día ha disminuido considerablemente, de 309.2 kg/día de erizo entero en 1988-1989 hasta 146.2 kg/día durante la temporada 1994-1995, para 1995-1996 disminuyó a 125.7 kg/día (Cota et al., 1997).

Durante el periodo de 1979 a 1985 el número de equipos estuvo por debajo de los 100 (Cota et al., 1997). A partir de 1986 se observó un incremento considerable en el número de equipos (250); para el periodo 1987 a 1989 vuelve a incrementarse a 300 y para 1995 disminuyó a 276 (Cota et al., 1997).

El rendimiento de la pesquería se determina de acuerdo con los kilos de erizo entero obtenidos por marea o día de trabajo. En la temporada 1988-89 se registró un rendimiento de 309.2 kg/día, mientras que durante la temporada 1995-1996 disminuyó a 125.7 kg/día.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

La pesquería cuenta con 40 plantas procesadoras, 25 sitios de descarga y 25 varaderos. No existen facilidades de muelle para la descarga.

Los canales de comercialización entre el permisionario y el mercado en Japón se realizan a través de aproximadamente 10 intermediarios.



Hasta 1996 la pesquería generó alrededor de 2,000 empleos en la región y el valor de la captura anual fue de alrededor de siete millones de dólares.

El erizo es altamente apreciado en el mercado asiático, principalmente en Japón, donde se comercializa a buen precio por su calidad y el tamaño de las gónadas; el valor de la captura anual es de aproximadamente 7 millones de dólares al año.

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La pesquería del erizo es regulada por medio del número de permisos de pesca otorgados. Hasta 1996 se mantuvo alrededor de 50.



El sistema de manejo ha variado en algunas temporadas de pesca; de 1990 a 1993, debido a la alta incidencia de individuos menores de la talla comercial (80 mm de diámetro de caparazón), en la zona que abarca de las playas de Tijuana a Punta Banda, se tomó la decisión de acortar la temporada de pesca con una duración menor a los ocho meses.

La reglamentación establecida para la pesquería del recurso está dentro de un esquema de otorgamiento de permisos.

A la mitad de la temporada 1995-1996, se cerró la parte norte de esta misma zona debido al bajo nivel de biomasa estimado (Cota et al., 1997).



MANEJO

A la fecha, el manejo de la pesquería se ha establecido con los siguientes lineamientos:

1. Una *veda temporal* del 1º de marzo al 31 de junio (**Diario Oficial de la Federación, 22.06.90**). Hasta la temporada 1995-96 se otorgaron permisos de pesca de ocho meses desde el 1º de julio hasta el 28 de febrero. En la temporada 1996-97 esto se modificó, extendiéndose a un periodo de 2 años con intervalos de captura de ocho meses.
2. Una *tolerancia* de un 5% de erizos en la captura comercial por *debajo de la talla mínima* legal, de 80 mm de diámetro de caparazón (**Diario Oficial de la Federación, 12.06.87**).
3. Una *cuota de captura anual*, con base en un dictamen técnico del Instituto Nacional de la Pesca (**Diario Oficial de la Federación, 12.06.87**).



Además existe el compromiso de entregar una *bitácora mensual*, en donde se detallan los volúmenes extraídos.



ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

Se cuenta con registros de captura de 1972 a 1996, esfuerzos estandarizados de 1988 a 1996, estimaciones de biomasa de los años 1986, 1990, 1995 y 1996 (Cota *et al.*, 1997); mortalidad por pesca, capturabilidad y la tasa de explotación (U) definida como:

$$U_t = 1 - e^{-qf_t} \dots (1)$$

donde:

U_t = tasa de explotación al tiempo t

q = coeficiente de capturabilidad

f_t = esfuerzo al tiempo t

τ Modelo

Dado el tipo de información disponible, el análisis de la pesquería del erizo rojo se realizó con el *modelo de producción excedente de Schaefer* (1954), en su *versión dinámica* propuesta por Hilborn y Walters (1992), modificado para incluir anomalías térmicas (Sierra *et al.*, 1998), el cual está definido como:

$$B_{t+1} = B_t + r(\alpha_t)B_t \left(\frac{B_0 - B_t}{B_0} \right) - C_t \dots (2)$$

donde:

B_{t+1} y B_t = biomasa en el tiempo $t+1$ y t

r = tasa intrínseca de crecimiento

B_0 = biomasa virgen

C_t = captura observada al tiempo t

α_t = anomalía térmica (cambio en la Temperatura Superficial promedio del Mar (TSM)) al tiempo t .



En este modelo, cuando la biomasa se encuentra en el nivel de $Bo/2$, la tasa de crecimiento es máxima, por lo que se considera el *punto de mayor producción*.



Walters y Parma (1996) mencionan que a menudo el efecto de los cambios climáticos causa mucha confusión en el análisis de las pesquerías, debido a que es difícil distinguir entre el impacto de la explotación y el efecto ambiental. Se ha observado que las poblaciones de erizo están influenciadas por los cambios de temperatura ambientales (Palleiro et al., 1986b).

Por lo anterior, es necesario incluir para el análisis cuantitativo a las anomalías térmicas, y observar su efecto sobre el comportamiento del modelo, lo cual está definido como:

$$\alpha_t = [1 - TSM_t]^\beta \dots (3)$$

donde:

β = factor que permite “potenciar” el impacto de las anomalías térmicas.

Debido a que los registros de captura iniciaron a partir de 1972, la

biomasa inicial para el modelo se estimó como:

$$B_{inicial} = Bo * P \dots (4)$$

donde:

P = proporción de la biomasa inicial con respecto a Bo .



El ajuste del modelo se realizó con base en los datos de las evaluaciones de biomasa y datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Se estimó la mejor combinación de los parámetros (Bo , r , P , q y β) mediante rutinas iterativas de optimización para una función de verosimilitud (Hilborn y Walters, 1992) de la forma:

$$L(Y|Bo, r, P, q, \beta) = \prod_{t=1}^n \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(V_t)^2}{2\sigma_t^2}\right) \dots (5)$$

donde:

$L(Y|Bo, r, P, q, \beta)$ = probabilidad de los datos observados (Y) ya sean de biomasa o de la CPUE, dado el valor de los parámetros del modelo de Schaefer Bo , r , P , q , β ;

V_t = error de observación al tiempo t ;

σ_t = desviación estándar del error.



El error de observación (V_t) está definido para la Biomasa como:

$$V_t = [Ln(Bobs_t) - Ln(B_t)] \dots\dots(6)$$

donde:

$Bobs_t$ = biomasa observada al tiempo t ;

B_t = biomasa estimada mediante el modelo al tiempo t .



El error de observación para la CPUE es:

$$V_t = [Ln(CPUE_t) - Ln(\hat{I}_t)] \dots\dots(7)$$

donde:

$CPUE_t$ = captura por unidad de esfuerzo al tiempo t , obtenida como:

$$CPUE_t = \frac{Cobs_t}{f_t} \dots\dots(8)$$

donde:

$Cobs_t$ = captura observada al tiempo t .

$\hat{I}_t$ = índice de abundancia relativa o la CPUE estimada al tiempo t descrito como:

$$\hat{I}_t = \frac{\hat{C}_t}{f_t} \dots\dots(9)$$

donde:

$\hat{C}_t$ = captura estimada al tiempo t definida como:

$$\hat{C}_t = \hat{B}_t U_t \dots\dots(10)$$

donde:

B_t = biomasa estimada por medio del modelo.



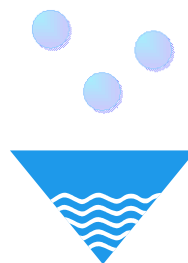
La desviación estándar del error de observación (σ) es expresada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [Ln(Y_t) - Ln(\hat{Y}_t)]^2} \dots\dots(11)$$

donde:

Y_t = datos observados al tiempo t ya sean de biomasa o CPUE

$\hat{Y}_t$ = datos estimados al tiempo t de biomasa o CPUE.



En el manejo de las pesquerías es necesario incorporar incertidumbre ya que es difícil estimar la variabilidad en la naturaleza. Para esta pesquería lo apropiado es medir esta variabilidad expresada en términos de probabilidad (Lindley, 1983;

Hilborn, 1987). Para ello se estima la distribución de probabilidad de los parámetros antes mencionados (B_0 , r , P , q y β), con la formula de Bayes (1763, citado en Hilborn y Walters, 1992), la que se describe como:

$$P(\theta_i|D) = \frac{P(D|\theta_i) \cdot P(\theta_i)}{\sum P(D|\theta_j) \cdot P(\theta_j)}$$

donde:

$P(\theta_i|D)$ = probabilidad posterior de un estado de la naturaleza incierto;

$P(D|\theta_i)$ = probabilidad de los datos dado el valor de los parámetros θ ;

$P(\theta_i)$ = probabilidad de θ antes de que los datos sean analizados (probabilidad anterior);

En el modelo propuesto, θ representa los parámetros B_0 , r , P , q y β y $P(D|\theta_i)$ es la probabilidad de la biomasa, esfuerzo estimado de manera directa o la biomasa observada dados los parámetros, la cual es obtenida mediante la función de verosimilitud antes descrita.

La formula de Bayes permite incorporar la probabilidad anterior de los parámetros (Box y Tiao, 1973, Gelman *et al.*, 1995).

El proceso de estimación de la distribución de probabilidad de los parámetros se realizó de la siguiente manera:

- a) Se generan números aleatorios con distribución uniforme de los parámetros del modelo;
- b) Se calcula la biomasa (Ecuación 1) y los índices de abundancia (Ecuación 8), desde el primer al último año de la serie de datos de captura y esfuerzo;
- c) Se calcula la verosimilitud (Ecuación 5) y se asigna el valor de los diferentes parámetros generados en a);
- d) Se repite el procedimiento “n” veces.

Los resultados obtenidos del ajuste del modelo de Schaefer a los datos de Biomasa, CPUE y capturas estimadas se muestran en las figuras 2 y 3.

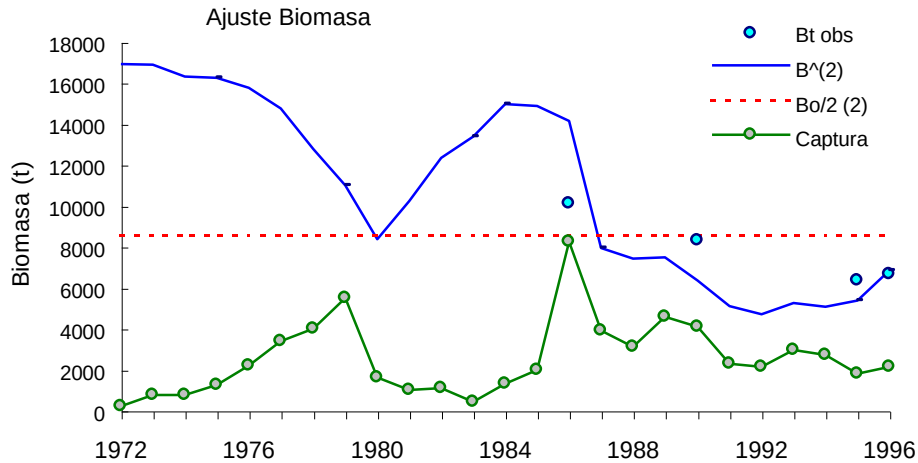


Fig. 2. Curvas de biomasa estimadas con el Modelo de Schaefer para los datos de biomasa del erizo rojo en Baja California, México, durante el periodo de capturas 1972-1996. La biomasa estimada (B_t) es la representación determinística con la mejor combinación de parámetros del modelo.



El uso de las anomalías térmicas permitió un mejor ajuste del modelo, al describir de una manera apropiada los cambios de la población de erizo durante el periodo analizado. Estos coinciden con la descripción de la relación entre las capturas y los periodos de calentamiento y enfriamiento de la superficie del mar (Palleiro *et al.*, 1986b).

La disminución de la biomasa se debe posiblemente al incremento de la captura, como en 1986, cuando se registró un máximo de ésta. A causa de condiciones ambientales adversas, como el fenómeno de “El Niño” ocurrido en 1982-1983 y a la pesca ilegal, la biomasa ha disminuido considerablemente, al grado que no se ha podido recuperar a pesar de adoptarse diversas medidas para la regulación de la pesquería.



Se encontró que a partir de 1987, la biomasa estimada de la población de erizo se encuentra por debajo del nivel de la máxima productividad, esto es en el punto de $Bo/2$ (Fig. 2).

A partir de 1987 la biomasa estimada de erizo se encuentra por debajo del nivel de máxima productividad.

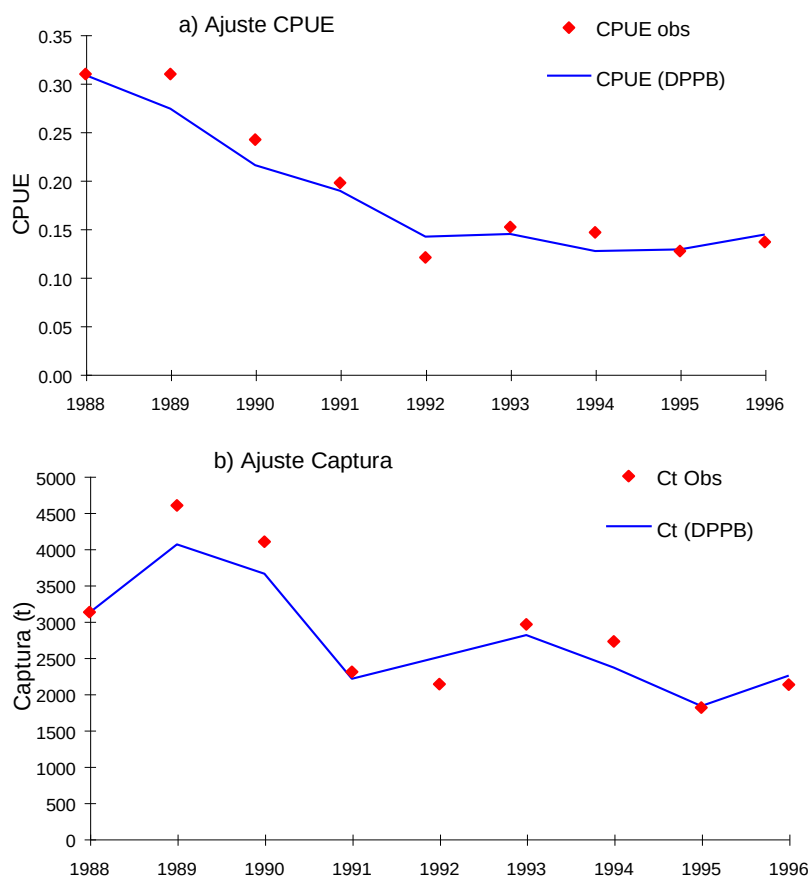


Fig. 3. Curvas ajuste de la Captura por Unidad de Esfuerzo, CPUE (a) y Capturas estimadas (b) con el modelo de Schaefer para los datos de CPUE y capturas observadas del erizo rojo de Baja California, México, durante el periodo de capturas 1988 a 1996.

Se estimó que el valor de la biomasa en 1972 fue de alrededor de 17,000 a 19,000 t lo cual se considera muy cercano al de la biomasa virgen (Figs. 2 y 4a), y puesto que hasta antes de este año no existían evidencias de explotación intensa, se considera un valor de P o proporción de la biomasa virgen de casi 1. En 1988 la biomasa estimada fue de alrededor de 8,000 t, es decir, casi la mitad de la biomasa inicial. Esto indica que el valor mas probable para P en 1988 se encuentra cercano a 0.5 (Fig. 4c) y confirma el decaimiento de la biomasa por abajo de la $Bo/2$.

Estado actual de la pesquería de erizo

El manejo de los recursos pesqueros se basa en Puntos de Referencia Biológicos (PRB), que permiten definir una estrategia de pesca, derivando en modelos que caractericen la dinámica de las poblaciones (Sissenwine y Shepherd, 1987; Mace, 1994).



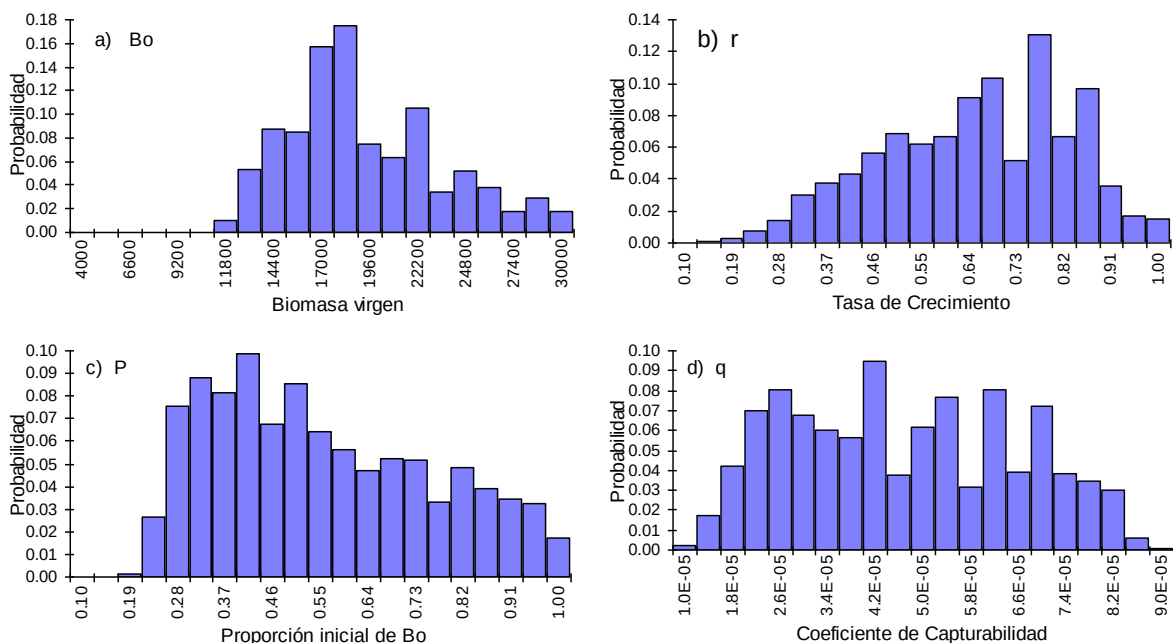


Fig. 4. Distribución de probabilidad de los parámetros del modelo de Schaefer ajustados para datos de biomasa y de CPUE, para la pesquería de erizo de Baja California, México.

Los PRB como estrategias de manejo dependen de las condiciones del stock bajo estudio, pudiendo ser concebidos bajo enfoques "precautorios", "riesgosos" u "óptimos" (Mace, 1994).

Con el uso de *modelos de producción excedente* se puede estimar la Producción Excedente Máxima (PEM), que como se mencionó en el modelo de Schaefer, se obtiene cuando la biomasa de la población es la mitad de lo que tendría en su condición virgen ($Bo/2$). Este nivel de biomasa se puede usar como punto de referencia objetivo, midiendo así el estado de la población con respecto a ese nivel (Caddy y Mahon, 1995). En este caso, el Punto de Referencia Objetivo (PRO), considera el valor estimado de la biomasa actual (1996), observando si éste se

encuentra por arriba o por debajo del nivel de $Bo/2$.

Los puntos de referencia también pueden ser considerados como límites, definidos como un determinado nivel (máximo o mínimo) que no se desea exceder (Caddy y Mahon, 1995).

En este caso, la proporción de biomasa de la población actual (biomasa en 1996) respecto de la biomasa que genera la PEM (B_{PEM}) nos indica el estado del stock.

Los Puntos de Referencia Biológicos dependen de las condiciones de las poblaciones, pueden ser óptimo, precautorios

$$PEM = [Bo / 2]U_{PEM} \dots\dots(11)$$

$$\text{Biomasa para la PEM} = Bo / 2 \dots\dots(12)$$

Producción Excedente Actual:

$$PEA = rBt \left(\frac{Bo - Bt}{Bo} \right) \dots\dots(13)$$

La tasa de explotación para la PEM se calculó mediante:

$$U_{PEM} = r / 2 \dots\dots(14)$$

y el esfuerzo para la PEM

$$Esf_{PEM} = -LN(1 - U_{PEM}) / q \dots\dots(15)$$

Para definir el estatus (*Est*) del recurso, el primer paso consistió en conocer si la biomasa actual (B_{1996}) para 1996 es mayor o menor a $Bo/2$, la cual se obtuvo con:

$$Est = \frac{B_{Actual}}{[B_{PEM}]}$$

Así, el estatus del stock se ubicó de acuerdo con la siguiente regla de decisión:

El Punto de Referencia Límite definido en este estudio, es que las biomazas futuras no deben ser menores a la biomasa estimada para 1996, posteriormente llevar la biomasa de la población al nivel donde se alcanza la PEM (B_{PEM}) o punto de referencia objetivo.

El nivel de biomasa en este análisis se aplica como punto de referencia objetivo, para evaluar la Producción Excedente Máxima de la población de erizo.

Analíticamente, los PRO fueron definidos de la siguiente manera (Hilborn y Mangel, 1997):

$$Est \begin{cases} < 1 \text{ Estado 1: el stock se encuentra abajo del nivel óptimo} \Rightarrow \text{Se requiere de estrategia de recuperación} \\ > 1 \text{ Estado 2: el stock se encuentra arriba del nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería tiene potencial de desarrollo} \\ = 1 \text{ Estado 3: el stock se encuentra en su nivel óptimo} \Rightarrow \text{La pesquería se encuentra en un nivel adecuado} \end{cases}$$

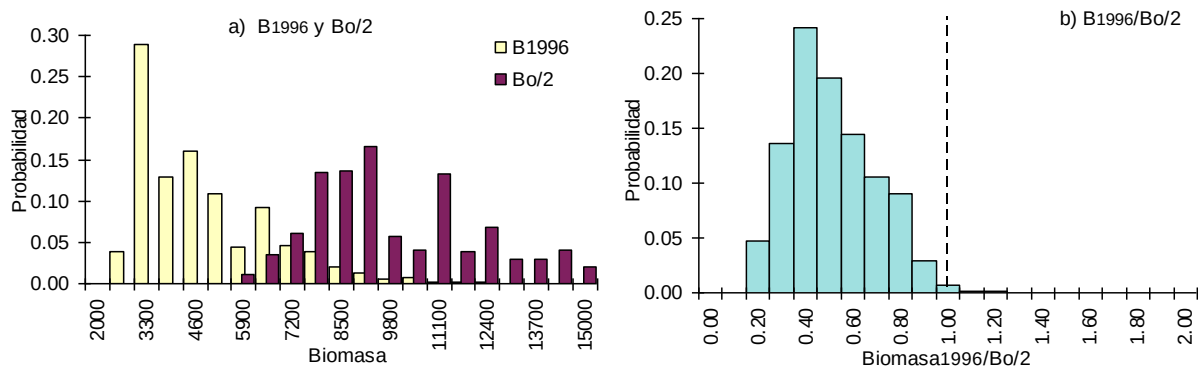


Fig. 5. Distribución de Probabilidad de la Biomasa actual (1996) comparada con la $Bo/2$ (a), y de la relación de Biomasa actual/ $[Bo/2]$ (b).

Se observa que la biomasa estimada para 1996 es menor al PRO definido (Fig. 2), por tanto, esta pesquería requiere estrategias de recuperación (estado 1).

Lo anterior se muestra claramente en la *figura 5a*, donde la distribución de probabilidad de la biomasa actual con respecto a la distribución de $Bo/2$ observan un ligero traslape, sin embargo el valor más probable de la biomasa actual es menor al de $Bo/2$.

La distribución de la relación $B_{1996}/[Bo/2]$ señala que no existe casi ninguna probabilidad de que la biomasa actual sea mayor que $Bo/2$ (Fig. 5b).

La distribución de la PEM varió de 1,345 a 5,000 t, con un valor más probable de 3,041 t y la Producción Excedente Actual (PEA) varió de 1,130 a 3,065 t, con un valor más probable de 2,093 t (Fig. 6). Si tomamos como referencia la PEA de 1996 (2,093 t) y la comparamos con la captura obtenida en ese mismo año (2,126 t), podemos decir que se capturó más biomasa de la que se produjo durante 1996.

De acuerdo con Punto de Referencia Objetivo seleccionado ($Bo/2$), la pesquería de erizo requiere de una estrategia de recuperación.



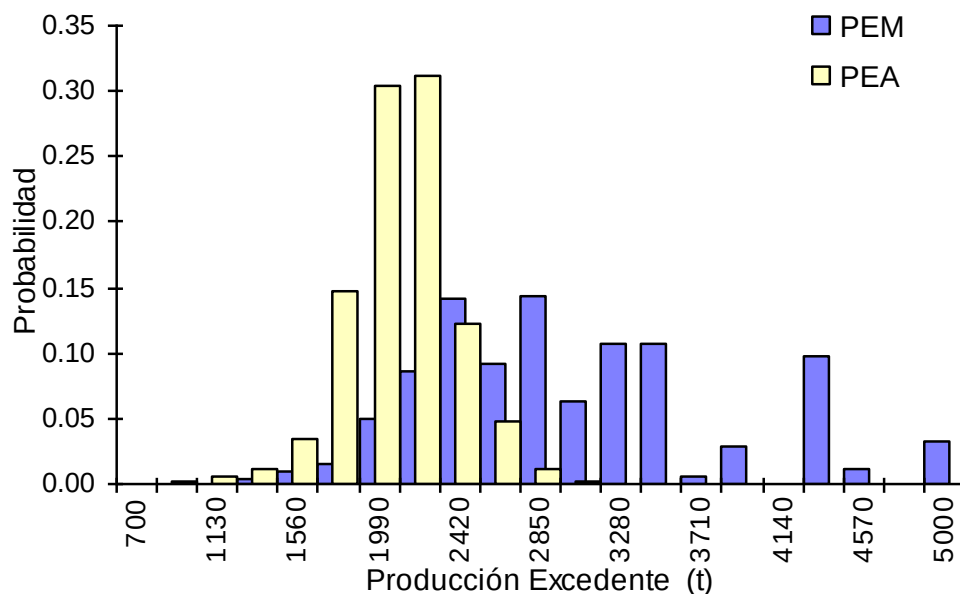


Fig. 6. Distribución de probabilidad de la Producción Excedente Máxima (PEM) y Producción Excedente Actual (PEA) de 1996, de la pesquería del erizo rojo de Baja California, México.

Tabla 2. Puntos de referencia estimados con los parámetros obtenidos del ajuste del modelo de Schaefer y el enfoque Bayesiano, para la pesquería de erizo rojo de Baja California, México.

PR	Actual	ÓPTIMO	ACTUAL/ÓPTIMO
B_{PEM}	3 754	8 551	0.4390
U_{PEM}	0.4965	0.404	1.2289
f_{PEM}	15 611	8 831	1.7677
Ct_{PEM}	2 126	3 455	0.6153

Nota: B_{PEM} : Biomasa en el Punto de Producción Excedente Máxima; U_{PEM} : Tasa de explotación de Producción Excedente Máxima; f_{PEM} : Esfuerzo en Producción Excedente Máxima; Ct_{PEM} : Captura en Producción Excedente Máxima.

El valor de la biomasa al punto de la PEM (B_{PEM}) indica que la biomasa actual es menos de la mitad del nivel objetivo, que en el mejor de los casos sería sólo el 43.9% de la $Bo/2$ (Tabla 2).

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Dado que el estado actual de esta pesquería la ubica dentro de las pesquerías que requieren una estrategia de recuperación, el primer paso para alcanzar el Punto de Referencia Objetivo es evitar que la B_{t+1} sea menor a la B_t ; para ello se definió el Punto de Referencia Límite antes descrito, para lograr el objetivo de manejo a este punto debe ser mayor a la unidad.



Para determinar las estrategias de recuperación del erizo, se estimó la distribución de probabilidad de la biomasa de 1997 al 2003, considerando cinco opciones de cuotas de captura, en las que se incorpora la incertidumbre total mediante el Método de Simulación Bayesiano (Walters y Ludwig 1994; Walters y Punt 1994).

Así, se obtiene la probabilidad de que la biomasa proyectada en cada año sea menor a la biomasa actual, que es el nivel por debajo del cual no se desea llegar (Punto de Referencia Límite).

El cálculo de la distribución de probabilidad posterior de Bayes, de

la biomasa proyectada y el análisis de riesgo, se realizó de la misma manera en la que se generó la distribución de probabilidad de los parámetros del modelo de Schaefer, además:

- a) se calcula la biomasa proyectada al año t con base en los parámetros obtenidos;
- b) se estima $B_0/2$ y la B_t ;
- c) se calcula la fracción de B_{t+1}/B_t ;
- d) se calcula una verosimilitud al intervalo de clase correspondiente a la fracción B_{t+1}/B_t .

Una vez obtenida la distribución de probabilidad posterior de Bayes de la fracción B_{t+1}/B_t , se estima el riesgo como la suma de las probabilidades de las clases menores a uno.

Los resultados de las opciones de cuota asignadas para este análisis se muestran en la *figura 7*:

Opción 1.- Cuota = 0.

Opción 2.- Cuota = 1,700 t (aprobada para 1997).

Opción 3.- Cuota = 2,126 t (aprobada para 1996).

Opción 4.- Cuota = 3,500 t.

Opción 5.- Cuota mayor a 3,500 t.

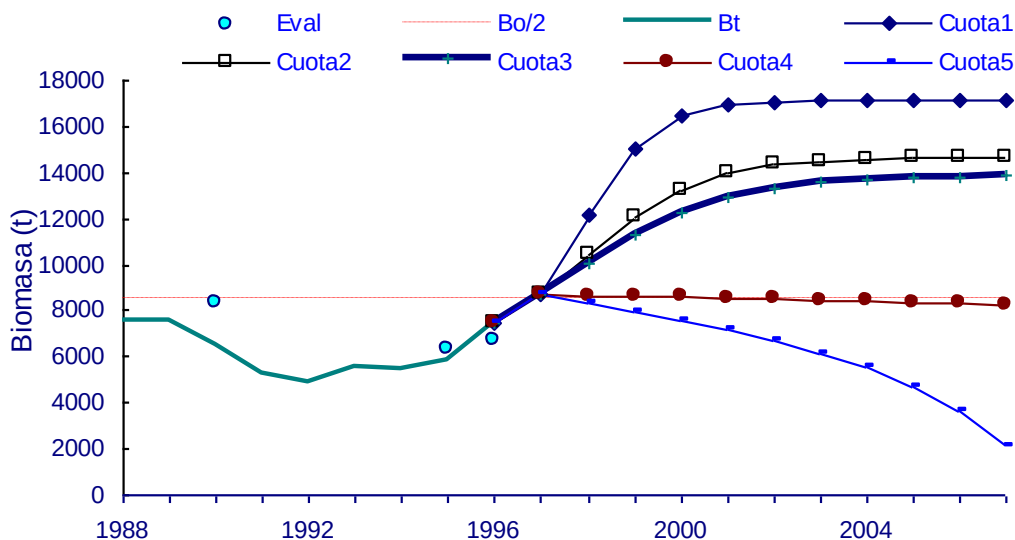


Fig. 7. Proyecciones de biomasa de erizo rojo en Baja California, México, bajo diferentes opciones de captura con base en el Modelo de Schaefer.



Los resultados indican que las opciones 2 y 3 tienden a recuperar la biomasa, sobrepasando al nivel en que se obtiene la PEM (Fig. 7); y que con una captura de 1,700 t (Opción 2), la probabilidad de que la biomasa proyectada sea menor que la $Bo/2$ de 60 y de 14.4% para el año 1999 y 2003 respectivamente (Fig. 8).

La opción 4 representa la cuota (3,500 t), en la cual al parecer se mantendría la biomasa, sin embargo al pasar del tiempo ésta tendería a caer por debajo de la PEM.

Lo contrario sucede para las opciones 3 y 4 en las cuales la cuota es mayor, observándose que para la primera de ellas existiría el 56.8% de probabilidad de que la biomasa proyectada sea menor que la $Bo/2$ para el año 2003.

A pesar de que en la *figura 7* parece que se mantiene la biomasa con la opción 3, en la *figura 8* se puede ver que si se otorga una cuota de más de 2,000 t la población tendrá una menor oportunidad de recuperarse.

Con la opción 4, al incrementar la cuota no hay probabilidad de que la biomasa actual aumente y puede presentarse un colapso de la pesquería (Figs. 7 y 8).



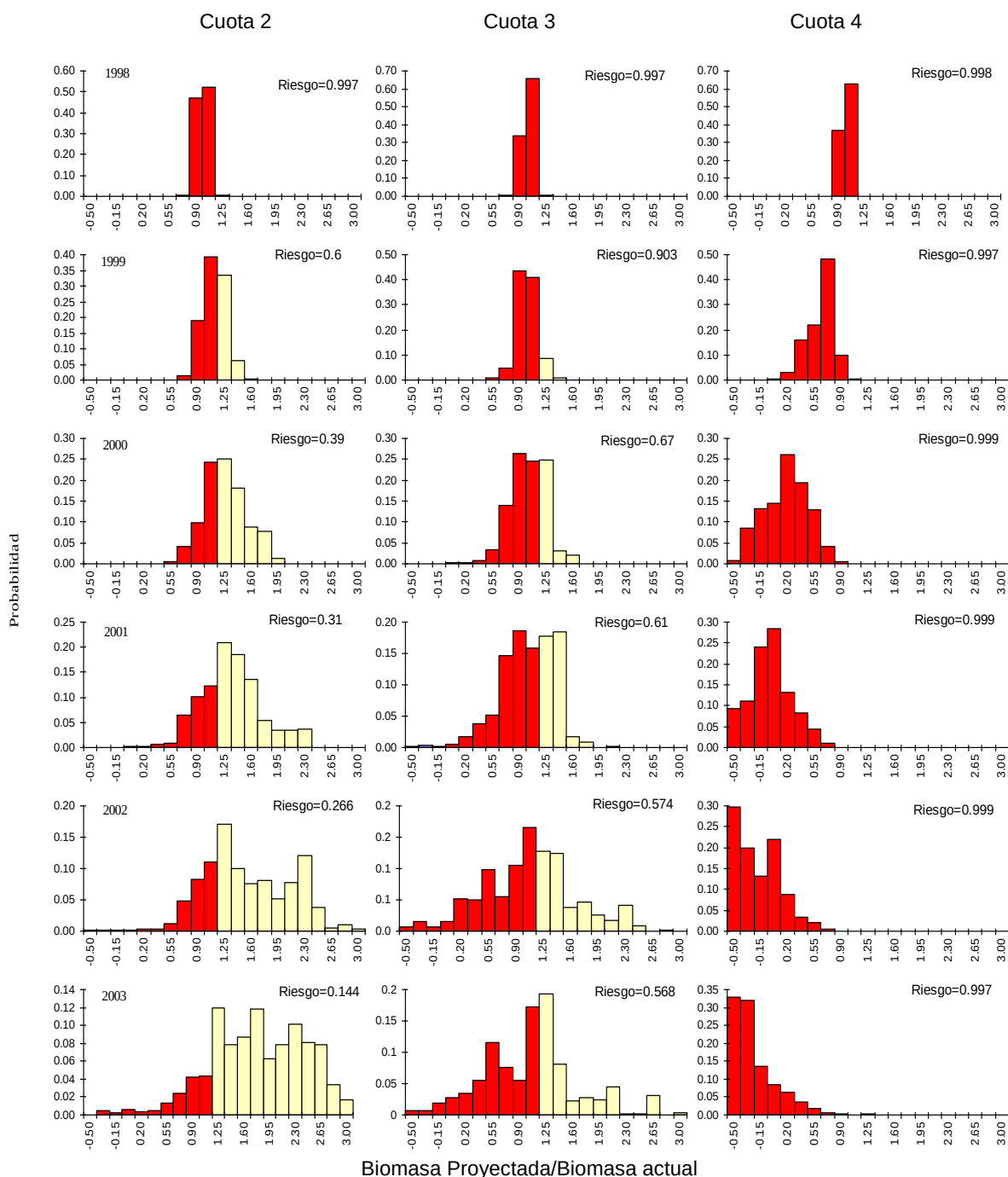


Fig. 8. Distribución posterior de probabilidad de la fracción de la biomasa proyectada sobre la biomasa actual. Se presentan tres opciones de captura; las barras oscuras representan la probabilidad de que $B_{proyectada} < B_{1996}$.

Si se determina una cuota mayor a esta última se observa un desplome de la biomasa (Cuota 5), llegando al grado del colapso de la pesquería.

Se considera que, entre los escenarios propuestos el 2 permite elevar la biomasa y mantenerla en los niveles de la PEM.



Por todo lo anterior, se observa que con la cuota de 1,700 t la población puede tener una recuperación y en el futuro alcanzar el Punto de Referencia Objetivo, evitando que la biomasa descienda de su nivel actual.

Con una cuota de captura de 1,700 t, se tiene el 60% de probabilidad de que la población pueda recuperar un buen nivel de biomasa, evitando al mismo tiempo su declinación.

Sin embargo, las cuotas se deberán respetar para que las estrategias de manejo funcionen. Para noviembre de 1997 la cuota ya se había rebasado en 256 toneladas.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

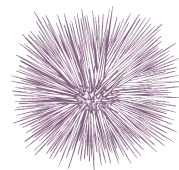
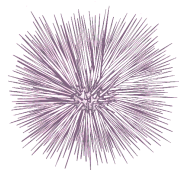
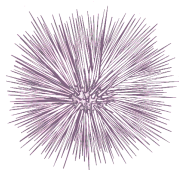
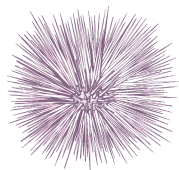
Gran parte del ciclo de vida del erizo rojo es desconocido, siendo necesarios programas que aborden el estudio de las primeras etapas de su desarrollo hasta la fase de reclutamiento de estos individuos.



Se requiere de un programa de marcaje-recaptura para estimar la tasa de crecimiento y de mortalidad que son fluctuantes de un banco a otro; una vez generada esta información, se podrán utilizar otros puntos de referencia, como la talla mínima de captura en función del rendimiento por recluta.



Actualmente existe un convenio con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), para iniciar un programa de repoblamiento, el cual cuenta con el apoyo de algunos permisionarios que han buscado asesoría de los investigadores.



REFERENCIAS

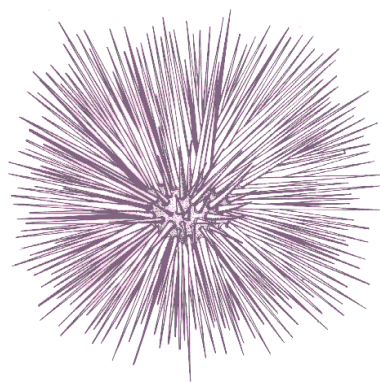
- Box, G.E.P. & G. Tiao C. 1973. Bayesian inference in statistical analysis. Wiley Classics, New York.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper 347: 1-83.
- Castro, J.J. y O.M. Tapia V. 1995. Ciclo reproductivo del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* de la zona uno de pesca de septiembre de 1992 a septiembre de 1993. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Intituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cota, V.A; A. Aguilar M; M. Romero M; R. Solana S. y F. Uribe O. 1997. Análisis de la administración de la pesquería del erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y el morada (*S. purpuratus*) en la costa noroccidental de la Baja California. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Ebert, T.A. 1983. Recruitment in echinoderms. *In*: M. Jangoux & J. M. Lawrence (eds.) Echinoderms studies. A. Balkeema, Rotterdam: 169-203.
- 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.
- Gelman, A; J.B. Carlin & D.B. Rubin. 1995. Bayesian data analysis. Chapman & Hall.
- Hilborn, R. 1987. Living with uncertainly in resource management. N. Am. J. Fish. Mgt. 7:1-5.
- Hilborn, R. & M. Mangel. 1997. The ecological detective: confronting models with data. Princeton University Press.
- Hilborn, R. & C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York.
- Kato, S. & S.C. Schroeter. 1985. Biology of red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus* and its fishery in California. Mar. Fish. Rev. 47:1-20.

- Leighton, D.L. 1966. Studies of food preference in *Algivorus* invertebrates of Southern California kelps beds. *Pac. Sci.* 20 (1): 104-113.
- Leighton, D.L. 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California kelp beds. *In: The Biology of Giant Kelp Beds (Macrocystitis) in California.* Nova Hedwigia Biechft: 421-453.
- Lindley, D.V. 1983. Theory and practice of bayesian statistics. *The Statistician.* 32:1-11.
- 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.
- Malagrino, L.G. 1972. Extracción y preservación de las gónadas del erizo de mar. Tesis de Licenciatura. UCM, UABC, B.C. México.
- Mattison, J.E; J.D. Trent; A.L. Shanks; B.T. Akin & S.J. Pearse. 1977. Movement and feeding activity of red sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus*) adjacent to a kelp forest. *Mar. Biol.* 39: 25-30.
- Mottet, M.G. 1976. The fishery biology of sea urchins in the family Strongylocentrotidae. *Wash. Dep. Fish. Tech. Rep.* 20: 1-66.
- Palleiro, J.S. 1982. Estimación de la densidad y crecimiento del erizo rojo, *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz) para la zona de Santo Tomas, B.C. Tesis de Licenciatura, UCM, UABC, B.C. México.
- Palleiro, J.S; A. Lelevier G; M. Navarrete y J.M. Romero M. 1986a. Diagnóstico del estado del recurso. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Palleiro, J.S; A. Lelevier G; M. Navarrete y J.M. Romero M. 1986b. Análisis y medidas de regulación de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, México. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Palleiro, J.S; D. Aguilar M. y J.M. Romero M. 1995. La pesquería del erizo de mar en Baja California, México. Diagnóstico de la temporada de pesca 1994-1995. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Polanco, J.E; R. Mimbela S; L. Beléndez M; M.A. Flores y A.L. Reynoso A. 1988. Situación actual de las principales pesquerías mexicanas. SEPESCA, México.
- Rosenthal, R.J; W.D. Clarke & P.K. Dayton. 1974. Ecology and natural history of a stand giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, Off. Del Mar, California. Fish Bull. 72 (3): 670-684.
- Ruiz, A.; D. Herrera y J. Castro. 1987. Análisis anual histológico y productividad orgánica gónada en el ciclo reproductivo del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz, 1863) Echinodermata: Echinoidea en Punta San Miguel, Ensenada, B.C. Tesis de Licenciatura. ESCB., UABC, Ensenada, B.C. México.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1: 27-56.
- Sierra, R.P; E. Zárate B; M. Muciño y A. Vélez. 1998. Incorporación de la variabilidad ambiental en los modelos de producción excedente e incertidumbre en el proceso de ajuste. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sissenwine, M.P. & J.G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 913-918.
- Sloan, N.A.; C.P. Lauridsen & R.M. Harbo. 1987. Recruitment characteristics of the commercially harvested red urchin *Strongylocentrotus franciscanus* in Southern British Columbia. Fish. Res. 5: 55-69.
- Swan, E.F. 1961. Some observations on the growth rate of sea urchins in the genus *Strongylocentrotus*. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole 120: 420-427.
- 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. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Walters, C. & D. Ludwig. 1994. Calculation of Bayes posterior probability distribution for key population parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 713-722.

Walters, C. & A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 148-158.

Walters, C. & A. Punt. 1994. Placing odds sustainable catch using virtual population analysis and survey data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 946-958.



pepino de
mar

pepino

“trepang”
“trepang”

“bêche de
mer”
“bêche de
mer”

pepino
pepino

“trepang”

Pepino de
Pepino de
mar
mar

pepino de mar
pepino de
mar

“trepang”

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE PEPINO DE MAR

ESPECIE: Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*).

- Veda total desde 1994 por considerarse especie en peligro de extinción.
- Generador de 1.5 millones de dólares en 1993.
- Tanto el desarrollo gonádico como el índice gonadosomático están ligados a las variaciones de la temperatura del mar.
- Escasa información sobre la dinámica poblacional del recurso.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura de 1993 (antes de la veda): 1,010 toneladas: 57% con respecto al máximo histórico (1991).
- Captura 1998: Seguirá la veda total.

EFFECTOS ENSO 97-98

- Se desconoce.

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Agotamiento de poblaciones cerradas.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro.

MEDIDAS DE MANEJO

- Veda total (NOM-059-ECOL-1994).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- La categoría de protección debe cambiar de especie en peligro de extinción a especie sujeta a protección especial, a efecto de permitir una explotación controlada.



PEPINO DE MAR

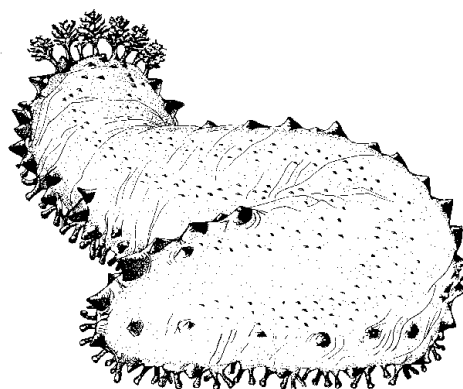
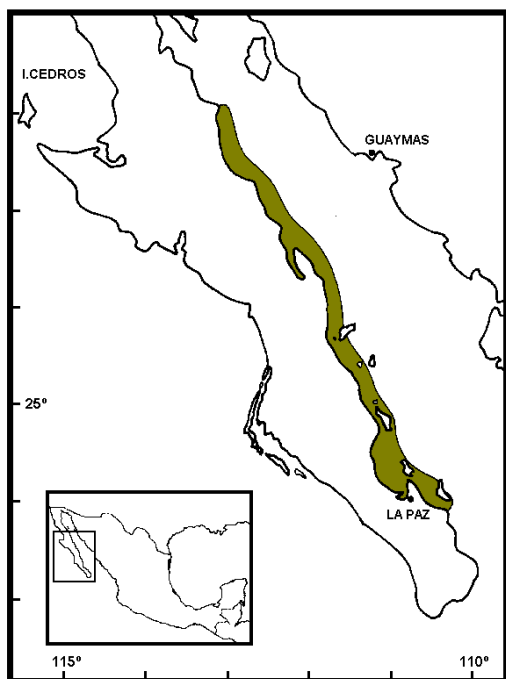


Isostichopus fuscus

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesquería del pepino de mar (o “bêche de mer”) comenzó hace más de mil años en el lejano oriente. En el siglo XIX esta pesquería se expandió con China como el principal importador mundial. Durante el presente siglo se abrieron al comercio internacional también los mercados de Japón, Corea, Singapur y Taiwán (Conan y Sloan, 1988).



Aunque son diez las especies de pepino que se comercializan a nivel internacional, en las estadísticas de la FAO (1995) se agrupa a todas éstas junto con otros equinodermos, como lo son el erizo de mar y la estrella de mar. Por ello es difícil saber cuál es el nivel de producción de pepino de mar en el mundo.

Isostichopus fuscus es de los holotúridos comestibles de mayor demanda internacional, especialmente en el Oriente, debido a la textura de su piel y a su tamaño

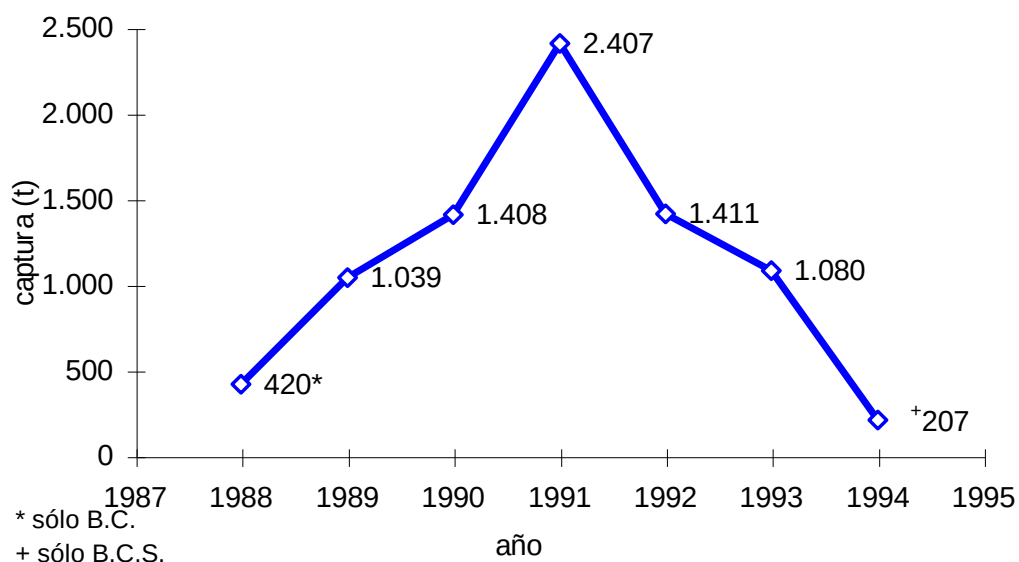


Fig. 1. Captura total de las especies de pepino de mar para ambos litorales de la península de Baja California entre 1988 y 1994. Tomado de Salgado (1994) y Fajardo y Vélez (1996).

La demanda por el pepino de mar fomentó el inicio de la captura comercial en la región del Pacífico y Golfo de California a partir de 1988, principalmente en los dos litorales de la península de Baja California. La producción anual llegó a superar las 2,400 toneladas en 1991 (Fig. 1).

El estado de Baja California ha contribuido en mayor proporción a la captura (Tabla 1) y tan sólo en esta entidad el valor que se obtuvo por este recurso en 1993 fue de aproximadamente un millón y medio de dólares por su exportación como producto procesado (Salgado, 1994). Estas cifras incluyen a las principales especies de la costa oeste de la península, *Parastichopus parvimensis* y *P. californiensis* y a la principal del Golfo de California: *Isostichopus fuscus*.

En Baja California Sur la captura comercial se inició en 1989 y se localizaba en las zonas pesqueras principalmente de la costa este de la península de Baja California, desde Punta Trinidad, al norte de Santa Rosalía, hasta la porción sur de la Bahía de La Paz, en el Golfo de California. La mayor parte de la producción se obtenía en la región norte del estado (Tabla 1).



Tabla 1. Producción anual de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la península de Baja California por estado, región y zona entre 1988 y 1994. (Salgado, 1994^a; Fajardo y Vélez, 1996).

año	regiones en Baja California*			zonas en Baja California Sur			
	oriental	occidental	total	norte	centro	sur	total
1988	420	n.d.	420	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1989	646	57	703	301	5	30	330
1990	535	469	1.004	375	n.d.	29	375
1991	1.230	553	1.783	624	n.d.	n.d.	624
1992	664	613	1.277	134	n.d.	n.d.	134
1993	613	397	1.010	70	n.d.	n.d.	70
1994	n.d.	n.d.	n.d.	182	n.d.	25	207

* incluyen la captura de *Parastichopus parvimensis*,

Con fines de investigación, la costa este del estado ha sido dividida en zonas pesqueras por Singh y Vélez (1994) con base en la abundancia y nivel de captura del pepino de mar. Éstas son:

Zona norte: comprende desde la frontera con el estado de Baja California hasta Punta Concepción;

Zona centro: desde Punta Concepción hasta Ensenada Blanca;

Zona sur: desde Ensenada Blanca al sur de la Bahía de La Paz.

La principal especie que se captura en estas zonas de Baja California Sur y que se exporta es *I. fuscus*; además es de la que más información existe. Este es uno de los equinodermos holotúridos más grandes que existen (Caso, 1961) y de los más cotizados en los mercados asiáticos por la textura suave de su piel. Sin embargo, en 1994 cesaron las capturas comerciales ya que la pesquería entró en veda permanente, debido a que *I. fuscus* fue catalogada como especie en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994; publicada en el Diario Oficial de la Federación, 16.05.94.

Fajardo y Vélez (1996) mencionan la existencia de *Parastichopus parvimensis* en la costa oeste de la península pero no se aprovecha comercialmente a pesar de que no fue incluida en la **NOM-059-ECOL-1994**. Su piel no tiene la textura fina como la de *I. fuscus*.





encuentran principalmente sobre piedras y rocas; además son individuos de hábitos nocturnos (Fajardo y Vélez, 1996).

BIOLOGÍA

I. fuscus pertenece al *Phylum Echinodermata* y se distribuye desde el Golfo de California hasta las Islas Galápagos y el Ecuador. En México se localiza en el litoral de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y en la costa este de Baja California y Baja California Sur.

El sustrato en el que vive *I. fuscus* es de tipo rocoso y una epidermis con espículas muy pequeñas, a diferencia de los que viven en sustratos arenosos. En cuanto a la profundidad, se le ha observado hasta los 61 metros (Kerstitch, 1989).



La talla y peso promedio registrados por Herrero Pérezrul (1994) para *I. fuscus* en la Bahía de la Paz fueron 19.50 ± 0.18 cm y 351.50 ± 5.51 g, respectivamente. Reyes (1997) encontró en la Isla Espíritu Santo una longitud promedio de 23.25 ± 0.26 cm y un peso promedio de 385.97 ± 7.81 .

Los individuos pequeños (60 a 160 mm) se localizan principalmente dentro de oquedades y grietas entre las piedras, así como debajo de las mismas, mientras que individuos de tallas grandes (más de 200 mm) se



Los sexos son separados; sin embargo, ocasionalmente se han registrado individuos hermafroditas y en apariencia hay dimorfismo sexual externo. La proporción sexual característica es 1:1. La gónada presenta cinco estadios de desarrollo: *indiferenciado*, *gametogénesis*, *madurez*, *desove* y *postdesove*. El ciclo reproductivo es anual, con un desove en verano. La primera madurez en los pepinos de mar de esta especie se presenta en promedio a los 367 g de peso drenado.



El desarrollo gonádico y el índice gonadosomático están relacionados con las variaciones en la temperatura; ésta juega un papel importante como sincronizador del ciclo reproductivo pero no como activador del desove (Fajardo *et al.*, 1992, 1995; Herrero-Pérezrul, 1994; Salgado, 1995).

I. fuscus se encuentra en la mayor parte del litoral del Pacífico mexicano

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones, equipos y artes de pesca.

Las operaciones de pesca en Baja California Sur, antes de 1994, tenían lugar en las zonas ribereñas de Punta Trinidad, Santa Rosalía, alrededor de la Isla San Marcos, Punta Chivato, Bahía San Nicolás, Bahía San Juanico, en las Islas Coronados, del Carmen, Tortugas, Danzante, San José, Espíritu Santo, Bahía de la Paz, Ensenada de Muertos e Isla Cerralvo. La captura se realizaba sólo durante el día y a todo lo largo del año.



Las embarcaciones utilizadas en la captura son pangas con una capacidad entre una y tres toneladas. Están fabricadas con fibra de vidrio y miden entre 20 y 22 pies de eslora, equipadas con motor fuera de borda de 40 ó 75 CF. Constan de un compresor de aire de 5 a 7 CF, con un tanque de reserva de 60 a 100 lb/in², el cual contiene una manguera que le proporciona aire al buzo. La tripulación está formada por el buzo, motorista y cabo de vida. La captura es por buceo semiautónomo tipo *hookah*.

Los especímenes son extraídos manualmente y colocados en una bolsa o jaba que lleva consigo el buzo. Cuando la jaba se llena, es izada a bordo y los pepinos se depositan en los compartimientos de la embarcación, en donde se les pone agua de mar limpia y fresca, la cual se cambia constantemente (Singh y Vélez, 1994).

τ Tendencias históricas.

Las estadísticas oficiales indican que la pesquería comenzó en 1988 en el estado de Baja California y en 1989 en Baja California Sur; sin embargo, la extracción comercial comenzó por lo menos dos años antes en esta última entidad (Fajardo y Vélez, 1996).



La pesquería se desarrolló rápidamente hasta que, después del máximo alcanzado de 2,407 toneladas en 1991, las capturas disminuyeron notablemente (Fig. 1).

En lo que respecta al estado de Baja California Sur, el área de mayor abundancia y producción fue la región que comprende desde la frontera con el estado de Baja California hasta Punta Concepción, Baja California Sur (Fajardo y Vélez, 1996).

En 1991 y 1992 se autorizaron 15 permisos para la extracción comercial del recurso. La vigencia varió entre tres meses y un año. Para 1993 estos permisos aumentaron a 46, pero en 1994 el número se redujo a 25; cada permiso incluía de uno a tres equipos (Tabla 2).

τ Pesca incidental

Tabla 2. Permisos otorgados, equipos asignados y pescadores involucrados en la pesquería de pepino de mar en el estado de Baja California Sur (Singh y Vélez, 1994; Fajardo y Vélez, 1996).

año	permisos	equipos	pescadores
1989	15	47	n.d.
1990	15	46	n.d.
1991	15	46	105
1992	15	48	90
1993	46	61	276
1994	25	39	150

En la pesca del pepino de mar no se capturan otras especies de manera incidental ya que la captura es específica y selectiva.

La captura de pepino de mar es específica y selectiva, a pesar de que los equipos y artes que se utilizan para su pesca son los mismos que se aplican para otras pesquerías

τ Interacción con otras pesquerías

Los métodos y los equipos son los mismos que las cooperativas y los pescadores libres emplean para la extracción de otros recursos bentónicos, como lo son las almejas, el callo de hacha y el caracol panocha.



ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

Ya que la captura se desembarca en campamentos pesqueros que son temporales, no hay centros de acopio oficiales para pepino de mar.

En la *tabla 2* se presenta la cantidad de permisos otorgados en el estado de Baja California Sur; así como el número oficial de equipos y de pescadores que participaron en la extracción comercial del pepino de mar.

Los mismos permisionarios generalmente realizan el procesamiento (la cocción y secado) del pepino apoyados en tres o cuatro personas más, además de las que efectúan la extracción. El proceso es sencillo y no requiere de una infraestructura costosa ni de personal especializado. La disponibilidad de la materia prima requerida en el procesamiento depende de la abundancia espacio-temporal del recurso (Singh y Vélez, 1994).

τ Indicadores económicos

Desde 1989 el pepino de mar se integró en la lista de especies de importancia comercial en Baja California Sur. Tanto su extracción como su comercialización se realizaron principalmente por permisionarios del sector privado y eventualmente por algunas Sociedades Cooperativas de la entidad.

Dado que en México no se consume el pepino de mar, una vez procesado y empacado se vende a empresas que lo exportan a Japón y Corea, vía Los Angeles, California

El producto se presenta de tres maneras: fresco y entero, cocido o seco. Esta última es la principal forma de comercialización y la que mejor precio tenía en 1993. Mientras que por el producto fresco en ese año se pagaban 0.65 USD por kg, el cocido se pagaba a 6.00 USD y el seco a 25.00 USD. La pesca y el procesamiento del pepino eran muy redituables ya que el costo total fue

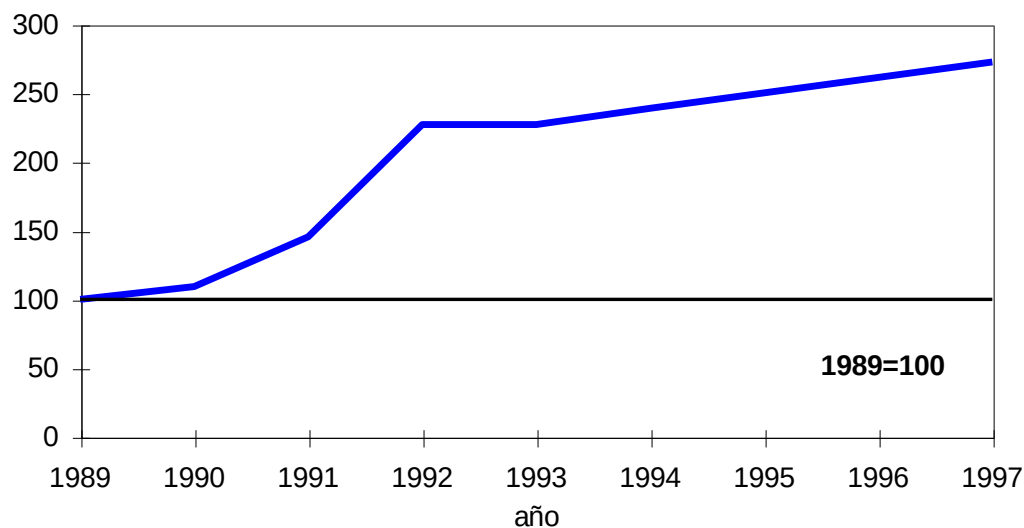


Fig. 2. Cambio relativo en el precio de exportación para el pepino de mar *Isostichopus fuscus* como producto procesado seco (Datos obtenidos de Fajardo y Vélez, 1996 y Reyes, 1997).



En México no hay consumo de pepino de mar, por lo que la totalidad de su producción se vende a empresas estadounidenses que lo exportan a los mercados de Asia.

de tan sólo 625.81 USD durante todo 1993 (Fajardo y Vélez, 1996). Debido a esto la pesquería furtiva permanece operando y según Reyes (1997) el precio por el producto seco es de 30.00 USD por kilogramo. La tendencia de los precios desde 1988 se muestra en la *figura 2*.

La *tabla 3* señala el valor presente de la producción de pepino de mar procesado seco, obtenido con los precios en dólares y los costos de operación de 1989 a 1993. Los costos fueron deflactados con respecto al índice de precios implícitos (base 1993 = 100) para la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca (INEGI 1996). El valor neto presente de la pesquería (1997) para este periodo de capturas en la zona norte del estado de Baja California Sur fue de 2'880,528.00 USD.



MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La pesquería de pepino de mar se caracterizó desde su inicio por ser de acceso abierto, es decir, no contó con medidas oficiales de gestión. Los permisos de pesca comercial se otorgaban siguiendo las recomendaciones del CRIP La Paz en cuanto al número de permisos (como limitantes al esfuerzo pesquero) y en cuanto a la cantidad de producto que éstos podrían extraer (como límite a la captura total). Sin embargo Fajardo y Vélez (1996) señalan que, tanto el esfuerzo aplicado como la

Tabla 3. Valor presente y valor neto presente calculados con las cifras de producción de pepino de mar seco reportadas por Fajardo y Vélez (1996).

año	producción (toneladas)	precio (US\$/t)	ganancias (US\$)	costo total (US\$)	utilidades (US\$)	valor presente (US\$)
1989	20	11.000	220.000	370	219.630	517.875
1990	24	12.000	288.000	477	287.523	616.331
1991	37	16.000	592.000	574	591.426	1.152.522
1992	8	25.000	200.000	610	199.390	353.231
1993	6	25.000	150.000	626	149.374	240.569

valor neto presente = US\$ 2,880,528



cantidad pescada fueron superiores a las recomendaciones del Instituto Nacional de la Pesca.



El 16 de mayo de 1994 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la **NOM-059-ECOL-1994** en la cual se cataloga a *Isostichopus fuscus* como especie en peligro de extinción. La NOM define a esta categoría como: “una especie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución...”

Según entrevistas realizadas por Reyes (1997) han surgido inconformidades a este respecto por parte de los sectores involucrados en la explotación de este recurso.

En consecuencia, se ha solicitado la participación de todos los sectores a efecto de recabar la información disponible que permita llevar a cabo la revisión de esta disposición.

Fajardo y Vélez (1996) apuntan que la Procuraduría de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA) ha detectado pesca furtiva de pepino de mar en Baja California Sur.

De acuerdo con la NOM-059-ECOL-1994, el recurso se encuentra en peligro de extinción, actualmente se realiza una revisión al respecto

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

Los datos de captura para el pepino de mar están mostrados en la *tabla 1* para las regiones de los estados de Baja California y Baja California Sur.

No hay datos de esfuerzo adecuados para realizar análisis cuantitativos. Sólo se tienen datos del número de equipos en todo el estado de Baja California Sur que se autorizaron por permiso de pesca entre 1989 y 1994 (Tabla 2). Para tener una medida más confiable del nivel de esfuerzo aplicado a la pesquería se deberá seguir la recomendación de Singh y Vélez (1994) que enfatiza el uso de bitácoras con la siguiente información: zona de captura, tiempo efectivo de buceo y captura tanto en número de individuos como en peso fresco.

Poca información existe con respecto a los parámetros poblacionales de *I. fuscus*. Algunas de las investigaciones realizadas sobre la relación peso-longitud de esta especie son las de Herrero-Pérezrul (1994) y Fajardo et al. (1995), en las

cuales se concluye que el crecimiento de *I. fuscus* es alométrico. En otro estudio (Reyes, 1997) se presenta la ecuación de von Bertalanffy para las poblaciones de la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Los parámetros para longitud y peso según este autor son:

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

L_t = longitud en cm a la edad t

L_{∞} = longitud infinita
= 36.118 ± 0.244 cm

k = tasa anual de crecimiento = 0.180 ± 0.044

t_0 = intercepto = 0.024

La ecuación para convertir a peso es:

$$P_t = aL_t^b$$

donde:

P_t = peso en g a la edad t

a = peso infinito = 815.485 ± 5.509 g

b = coeficiente alométrico = 1.832



Sin embargo, todos estos parámetros deben tomarse con cautela ya que Conand (1990) ha señalado que en los pepinos de mar es difícil determinar los intervalos de longitud y hacer un seguimiento del desarrollo de éstos en el tiempo. Fajardo *et al.* (1995) explican que el peso

total de estos individuos también cambia debido a que tienen como sistema de defensa la expulsión de las vísceras, así como un mecanismo de absorción y excreción continua de agua que dificulta encontrar una progresión obvia de los valores modales de un mes a otro.



Existen estimaciones de densidad y de abundancia independientes de la pesca comercial de pepino de mar, pero sólo para la costa este del estado de Baja California Sur (Fajardo y Vélez, 1996). Éstas se presentan en la *tabla 4*.



τ Modelo

El análisis cuantitativo se realizó con un modelo determinístico de agotamiento de poblaciones cuyo concepto general es el examinar cómo es influenciada la biomasa que resta de un recurso después de niveles altos extraídos de la población. La biomasa es medida en términos de abundancia relativa en un área determinada (Hilborn y Walters, 1992).



La abundancia relativa está dada por las estimaciones de densidad pro-

donde:

Tabla 4. Abundancia relativa obtenida por los muestreos de campo en las costas del estado de Baja California Sur (tomados de Fajardo y Vélez, 1996 y Reyes, 1997).

localidad (B.C.S.)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	(individuos/m ²)								
Zona norte		0,46		0,20		0,19	0,04		
Zona centro	0,03				0,03				
Zona sur	0,59		0,50						
Bahía San Gabriel									0,19
Isla San José			0,03						
Isla San Marcos	0,06								

medio (individuos/m²), el área determinada es la zona norte de la costa este del estado de Baja California Sur y la extracción es la captura comercial correspondiente. Estos datos se eligieron por ser ésta el área de mayor productividad en captura de pepino de mar en el estado de Baja California Sur (Tabla 1) y por la certeza de que las prospecciones sí son comparables y representativas (Fajardo y Vélez, 1996).

N_t = tamaño de la población en el tiempo t

N_{t-1} = tamaño de la población en el tiempo anterior

K_{t-1} = captura acumulada antes del tiempo t

El *modelo de agotamiento de Leslie* para poblaciones cerradas es sencillo y útil para conocer el tamaño de la población al inicio de la pesquería (N_0). Este asume que no hay reclutamiento, ni migraciones, ni mortalidad natural. La ecuación que lo describe es la siguiente:

$$N_t = N_{t-1} - K_{t-1}$$

La relación entre el tamaño de la población N_t y un índice de abundancia relativa Y_t (en este caso las prospecciones) se obtiene con el modelo de observación:

$$Y_t = qN_t$$

donde:

q = constante de proporcionalidad

La confrontación del modelo con los datos se hizo maximizando la verosimilitud del parámetro dado los datos, asumiendo un error de observación y calculando la incertidumbre

asociada al modelo utilizando el teorema de Bayes. La optimización se llevó a cabo por búsqueda directa mediante el método iterativo de Newton. Estos procedimientos son explicados en detalle por Hilborn y Mangel (1997).

El mejor ajuste para el modelo de agotamiento de población de Leslie para pepino de mar en la zona norte de la costa este del estado de Baja California es mostrado en la *figura 3*, en donde la línea continua es la biomasa relativa estimada y los puntos son las prospecciones obtenidas independientemente de la pesca comercial.

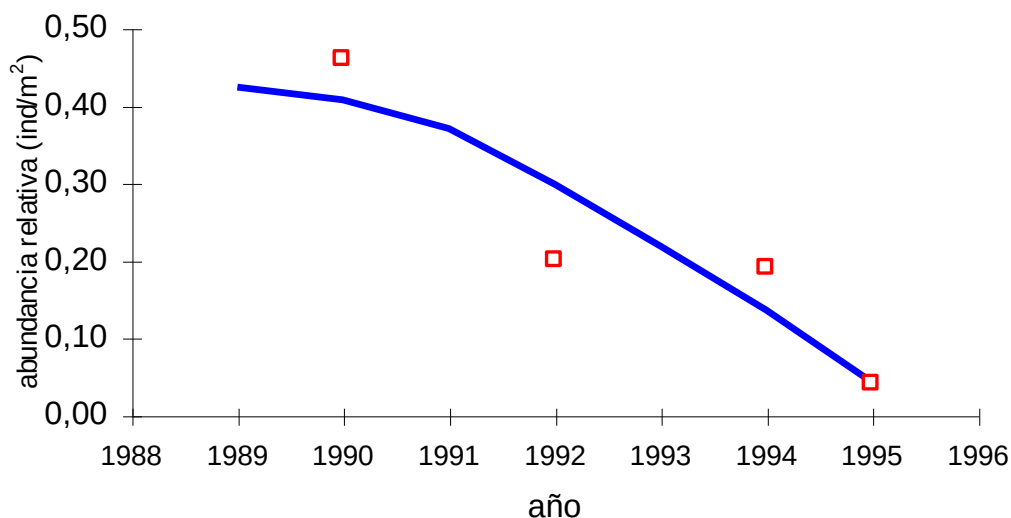


Fig. 3. Abundancia relativa estimada para el pepino de mar en la zona norte de la costa este del estado de Baja California Sur. La línea representa la estimación y los puntos las prospecciones.

El modelo indica que la probabilidad de que el tamaño de la población inicial estaba entre 7,000 y 8,000 t es del 52.10%, entre 8,001 y 9,000 t es del 35.57% y entre 9,001 y 10,000 es del 12.33%. Estas probabilidades fueron obtenidas con la distribución de probabilidad posterior de Bayes (Fig. 4).

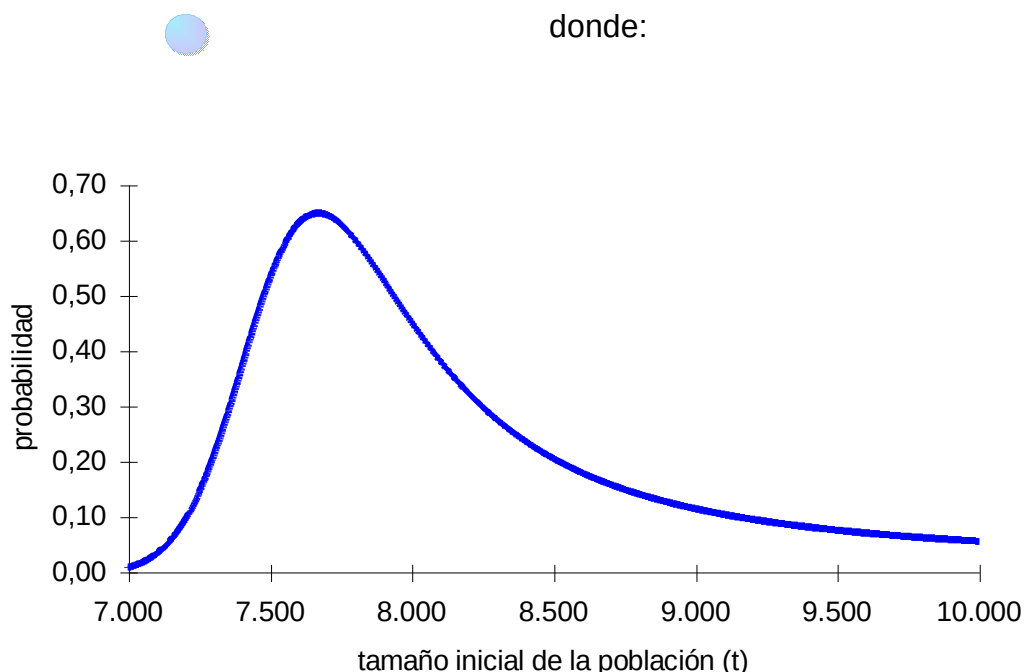


Fig. 4. Probabilidad posterior de Bayes para el tamaño inicial (en 1989) de la población de pepino de mar en la zona norte de la costa este del estado de Baja California Sur.



Se debe tener en cuenta que con este modelo se puede sobrestimar el valor de N_0 debido a los supuestos de población cerrada que se indicaron arriba. Para solucionar este problema Hilborn y Walters (1992) pre-

sentan un modelo dinámico de agotamiento para poblaciones abiertas, mediante el cual se pueden estimar los parámetros que indican, además del tamaño inicial de la población, el nivel anual de reclutamiento o de inmigración y la sobrevivencia. Éste es de la forma:

$$N_t = G_{t-1}(N_{t-1} - C_{t-1}) + R_t$$

donde:

G_t = factor combinado de crecimiento y sobrevivencia en el tiempo t

N_{t-1} = tamaño de la población en el tiempo anterior

C_{t-1} = captura en el tiempo anterior

R_t = biomasa añadida a la población como reclutamiento o como inmigración



Este modelo fue aplicado a los mismos datos que el anterior para obtener las predicciones de biomasa pero el modelo no puede explicar los datos porque obtiene un valor negativo de R (-241 t).



La interpretación biológica de este hecho es que, durante el periodo 1989-1994 la población emigró masivamente de la zona norte y que no hubo ni reclutamiento ni inmigración por varios años.

Ya que los pepinos de mar son individuos poco móviles y no efectúan migraciones horizontales lejos de su hábitat de preferencia (DaSilva *et al.*, 1986) ésta es una explicación poco real.



De la misma manera, al aplicar modelos dinámicos de biomasa (de Schaefer y de Fox) a los mismos datos, se obtiene una tasa de crecimiento del stock (r) negativa. Aunque este parámetro incluye crecimiento en peso, reclutamiento, mortalidad natural y migraciones, el hecho que sea negativo indica que las salidas de unidades de biomasa de la población superan, por mucho, a las entradas a lo largo de varios años.

Los datos oficiales de captura y los muestreos independientes de la pesca no son compatibles presentando diferencias entre sí. Tanto Fajardo y Vélez (1996) como Reyes (1997) mencionan la existencia de pesca furtiva aún después de la entrada en vigor de la veda permanente de 1994. Y de acuerdo con el modelo dinámico de agotamiento de poblaciones de Leslie y siguiendo el enfoque de Milliman (1986), el nivel de esta captura es por lo menos 241 t anuales promedio entre 1989 y 1994 para la zona norte de la costa este del estado de Baja California Sur, tomando este supuesto, equivale al 46% de la captura total en el mismo periodo. Este hecho reduce la confiabilidad en la estimación de parámetros.

τ Estado de la pesquería del pepino de mar

En la región norte de la costa este del estado de Baja California, el modelo empleado estima que la biomasa en 1995 era el 10.05% del nivel más probable en 1989, es decir alrededor de las 700 toneladas. Debido a que no hay prospecciones en los años siguientes, es difícil saber cuál es el nivel actual pero las observaciones de campo del personal del CRIP La Paz indican que las poblaciones de pepino de mar *I. fuscus* permanecen deterioradas en Baja California Sur.



PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

La pesquería de pepino de mar en la península de Baja California muestra los signos típicos de una pesquería nueva; esto significa que ésta se desarrolla más rápidamente que la capacidad de manejo para evitar su sobrexplotación (FAO, 1995b). Y cuando esto ocurre, se cuenta con poca información disponible que permita evaluaciones confiables de los parámetros poblacionales.

De acuerdo con Perry *et al.* (1997) la evaluación tradicional de pesquerías se basa en la información de las capturas históricas. Sin embargo, esto requiere que sean lo suficientemente largas y que exista contraste en captura y esfuerzo para áreas definidas, por lo que el esfuerzo debe ser controlado desde el comienzo de la pesquería.



Asimismo, estos autores proponen un protocolo para proveer de consejo científico para el manejo de pesquerías de invertebrados. Esta metodología involucra tres fases a realizar pero puede ser abordado en cualquiera; sin embargo se recomienda completarlas tan pronto como sea posible:

Fase 0: obtención de la información existente (teórica).

Fase 1: obtención de la información independiente de la pesca (muestreos biológicos).

Fase 2: obtención de información proveniente de la pesca comercial (CPUE).

Esta información debe ser colectada en todas las regiones en donde se aprovechan bancos de pepino de mar en México. Además se deben actualizar los muestreos en las regiones donde ya se han efectuado. Sólo con datos fidedignos es posible dar estimaciones confiables de los niveles de biomasa.



Para que las decisiones en manejo de pesquerías sean tomadas de la manera más responsable posible, éstas deben contar con la mejor evidencia científica (FAO, 1995b). Es por ello que en su momento, el pepino de mar *Isostichopus fuscus* fuera declarado como una especie en peligro de extinción por la NOM-059-ECOL-1994. En la actualidad y con esta misma base es necesaria su revisión.



Para saber cómo la pesca afecta a un recurso marino, Perry *et al.*

(1997) señalan que se podría elaborar un diseño experimental pesquero. La idea fundamental es seguir el comportamiento de la población bajo una tasa de aprovechamiento conocida. Se debe definir un área o varias áreas para dejarlas libres de la pesca y que sirvan como grupo testigo a las que sí están bajo aprovechamiento. Idealmente se establecerían áreas con diferentes tasas de explotación para tener resultados más robustos, ya que la comparación entre éstas daría idea de los efectos del ambiente y de la pesca sobre las poblaciones. Todas las áreas de referencia (con o sin pesca) deberán evaluarse sistemáticamente por medio de muestreos biológicos independientes de la pesca. No es conveniente escoger áreas de baja productividad natural (donde se obtiene poco pescando) ya que no son de significancia económica alguna, aunado a que el nivel del stock es bajo por naturaleza y no se incrementará si se protege.



Pero este diseño experimental requiere de la cooperación con los pescadores y que éstos aprovechen de manera controlada los bancos de pepino de mar. Para tal efecto *I. fuscus* deberá ser cambiada de categoría. En lugar de ser considerada como especie en peligro de extinción sería más útil cambiarla a especie bajo protección especial. De esta manera se puede monitorear a la pesquería continuamente adecuando las medidas de manejo a las

respuestas de las poblaciones bajo aprovechamiento. Esto es llamado por Walters (1986) un *Manejo Adaptativo*.



Como medidas complementarias de manejo, Fajardo *et al.* (1995) proponen una veda en Baja California Sur de mayo a septiembre para proteger la reproducción de *I. fuscus*. Asimismo, descartan el uso de talla y peso mínimos debido a que *I. fuscus* se contrae y distiende con facilidad, en contraposición con lo indicado por Singh y Vélez (1996). Por otra parte, Vélez (1991a) recomienda que la pesca del recurso sea diurna ya que durante la noche los pepinos de mar son más vulnerables.

La toma de decisiones deberá ser guiada por los principios del Enfoque Precautorio de la FAO (1995b) y en un sistema en el cual tanto pescadores, como procesadores, académicos y autoridades, acepten y se responsabilicen de las medidas de manejo apoyadas por evidencia científica robusta. Estas propuestas deberían ser analizadas y acordadas en un comité de manejo en el cual participen todos los sectores involucrados en la pesquería.



Hay un factor que influye de manera muy significativa tanto en el nivel real de la biomasa de pepino de mar como en los datos de captura necesarios para una correcta evaluación del stock: la pesca furtiva. Si sólo se

toma en cuenta la información disponible, el tamaño real de las poblaciones de pepino de mar se puede sobrestimar severamente y traer consigo decisiones equivocadas.

La pesca furtiva constituye la principal causa del deterioro de las poblaciones del pepino de mar en Baja California Sur, que es donde se ha reportado su presencia (Fajardo y Vélez, 1996, Reyes 1997). Además impide evaluar de manera más real a las poblaciones silvestres. La veda permanente no ha resuelto este problema.

El problema se debe enfrentar desde el punto de vista económico, esto es, desalentando la pesca furtiva por medio de un aumento en los costos de transgresión (Milliman, 1986) o aumentando la posibilidad de detección (Furlong, 1991).

*La pesca furtiva
constituye la principal
causa del deterioro de
las poblaciones del
pepino de mar en Baja
California Sur y la veda
permanente no ha
resuelto este problema*

Milliman (1986) demostró bajo ciertos supuestos, que para manejar una pesquería con pesca furtiva presente, los costos de los transgresores aumentan conforme aumenta el gasto en vigilancia por parte de las autoridades. Sin embargo en el caso del pepino de mar, las ganancias exceden por mucho a los costos (Tabla 3), el territorio es extenso y la captura es fácil de procesar y esconder. Esto dificulta el trabajo de

la PROFEPA para aumentar las probabilidades de detección sin erogar muchos recursos financieros.



Los costos de vigilancia son un problema en muchas pesquerías por lo que se necesita forzosamente la participación de los mismos usuarios para cooperar y distribuir los costos (Sutinen y Kuperan, 1995).

Una manera de hacer esto es asignando derechos territoriales a empresas o cooperativas pesqueras (Christy, 1982). Si los bancos de pepino de mar en las costas son asignados para su aprovechamiento y cuidado a estas empresas o cooperativas mediante un régimen de concesiones, el problema del libre acceso se reduciría y la renta obtenida de la pesquería beneficiaría a la sociedad. Éstos a su vez asumirían los costos de vigilancia para prevenir la pesca furtiva y cuidarían los stocks de pepino ya que representan la materia prima de su inversión.

*Las acciones de
vigilancia requieren el
apoyo de los usuarios
para asegurar su
efectividad y disminuir
los costos de
operación*

Los derechos de propiedad para limitar el acceso a las pesquerías son instrumentos que permiten obtener ganancias y preservar a la especie bajo aprovechamiento (Hanesson, 1991). Aún cuando estas medidas de manejo han sido exitosas en países como Nueva Zelanda o Islandia se deben tomar en cuenta las condiciones locales y la naturaleza de la pesquería en cuestión (Rettig, 1989).



En el caso de la pesquería de pepino de mar, un sistema de derechos territoriales podría ser factible en México a largo plazo debido a las características de los usuarios como del recurso.



Si el precio de exportación se ha incrementado a lo largo de ocho años (Fig. 2), éste seguirá siendo un aliciente para la pesca furtiva por lo que otra opción es el manejo por medio de un monopsonio, por medio del cual la renta proveniente del recurso se emplearía en beneficio de la sociedad (Cunningham *et al.*, 1995). Un monopsonio es una empresa única que compra el producto, tal y como sucede con la empresa *Ocean Garden* con el camarón.

Además de la importancia comercial del pepino de mar en los mercados orientales, éste juega un papel importante en el medio natural como

filtrador y purificador de los fondos marinos.

La acuacultura es una alternativa para lograr un balance entre los intereses de explotación comercial y el resguardo ecológico de este recurso. Sin embargo, el conocimiento de biotecnologías para su cultivo controlado es aún muy escaso y la investigación existente ha sido desarrollada en países como China (Xilin, 1986; Jiaxin, 1991) y Japón (Ikeda y Katayama, 1988) donde se ha logrado el manejo de las fases larval y algunos estadios juveniles de la especie *Stichopus japonicus*. Trabajos similares se han desarrollado en las islas del Pacífico Sur con las numerosas especies endémicas (Conand, 1990; Bell, 1995).



La acuacultura es otra alternativa para lograr un balance entre los intereses de explotación comercial y el resguardo ecológico del pepino de mar

Los estudios para el conocimiento de su cultivo también se han enfocado a la engorda en áreas naturales con

una eficiencia estimada del 30% (Zhao, 1991). Tradicionalmente se ha intentado llevar a cabo la engorda en arrecifes artificiales o transplantando juveniles en áreas de crecimiento (Chew, 1991). Este tipo de proyecto ha tenido respuesta en países como China y Japón donde la clave del éxito radica definitivamente en un programa bien diseñado de participación del gobierno y los pescadores, siendo estos últimos los responsables del manejo y protección de dichos sistemas (South Pacific Commission 1994).



Isostichopus fuscus es una especie susceptible de ser cultivada en nuestro país, con base en su amplia distribución y su valor comercial. Trabajos experimentales de cultivo de esta especie se desarrollan actualmente en Ecuador (M. Briggs, Industria Camaronera Ecuatoriana, com. per.).

En México, se conocen ya aspectos del ciclo reproductivo de las especies *I. fuscus*, *Parastichopus parvimensis* (Tapia y Castro, 1994; Fajardo *et al.*, 1995) y *P. californicus* (Cameron y Fankboner, 1986).



Las consideraciones más importantes para establecer la tecnología de cultivo son: *el manejo de*

reproductores, el desove controlado y la descripción del desarrollo larval. Asimismo se requiere conocer las condiciones ideales de salinidad, temperatura, oxígeno, ración alimenticia y densidad larval que determinan el crecimiento y sobrevivencia en esta etapa tan crítica. Se debe también encontrar solución a aspectos limitantes como nutrición, diseño de sistemas de cultivo y condiciones sanitarias.

Esta información podría establecer las bases para futuras consideraciones de las subsecuentes fases de crecimiento de juveniles en estanques de alta densidad hasta la etapa pre-adulta. La última fase puede llevarse a cabo en el medio natural en sistemas semi-controlados mediante encierros de juveniles. Su cosecha se efectuaría dos o tres años más tarde cuando alcanzaren la talla comercial de 20 cm.

Alternativamente se puede considerar el cultivo integral de pepino en estanquería de granjas camaroneras optimizando así metabolitos y alimento subutilizado por el camarón.



En cualquier caso, en el campo de la tecnología del cultivo de pepino de mar hay mucho que hacer. La generación de esta biotecnología fundamentará cultivos experimentales que puedan a su vez escalarse a una producción comercial del pepino de mar en nuestro país y

conciliar los intereses que rodean a este importante recurso pesquero.

El cultivo experimental de I. fuscus se desarrolla en Ecuador. La fase de engorda se ha experimentado con éxito en China y Japón con especies nativas de esa región

Sin embargo, no se han iniciado aún proyectos de investigación sobre su cultivo. Se necesita ampliar el conocimiento de este recurso y establecer la biotecnología de cultivo para contar con las herramientas y criterios para su producción comercial.



En conclusión, las poblaciones de pepino de mar en Baja California Sur están deterioradas pero es poco probable que *Isostichopus fuscus* se encuentre en peligro de extinción. Si los pescadores participan en diseños pesqueros experimentales, si poseen el acceso exclusivo a bancos definidos de pepino de mar y además venden su producto directamente a un monopsonio sería factible que la pesca furtiva disminuya y se proteja al recurso para que la

pesquería sea una actividad rentable.

Para un manejo de este tipo será necesario cambiar de categoría a *I. fuscus* de especie en peligro de extinción a especie bajo protección especial, de otra manera, la situación de deterioro prevalecerá.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

La participación de centros de investigación y de universidades federales, estatales y privadas es muy necesaria para estudiar la distribución, los hábitos de alimentación y reproducción, así como de otros aspectos importantes de la biología del pepino de mar.



Por el lado de la economía y sociología también hay objetos de estudio dentro de esta pesquería: análisis de los mercados internacionales, estructura socioeconómica de los usuarios, relación con otras industrias.

La industria pesquera interesada en el pepino de mar podría cooperar con la realización de prospecciones, el uso metódico de bitácoras, el apoyo de la vigilancia. Además se esperaría la participación en el proceso de la toma de decisiones en foros y comités técnicos que den seguimiento a las medidas tomadas en conjunto.



REFERENCIAS

- Bell, J. 1995. Bêche-de-mer culture in Solomon Islands. ICLARM, Coastal Aquaculture Centre. Phillipines.
- Cameron, J.L. y V.P. Fankboner. 1986. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Echinodermata: Holothuroidea). Canadian Journal of Zoology 64: 168-175.
- Caso M.E. 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Chew, K.K. 1991. China's Dalian/Laiodong Peninsula. Marine Aquaculture Magazine: 86-88.
- Christy, F.T. 1982. Territorial Use Rights in Marine Fisheries: Definitions and Conditions. FAO Fisheries Technical Paper 227: 1-10.
- Conand, C. & N.A. Sloan. 1988. World Fisheries for Echinoderms. In: FAO (ed.). Marine Invertebrates Fisheries: their Assessment and Management. FAO, Roma: 647-663.
- Conand, C. 1990. The Fishery Resources of Pacific Island Countries. FAO Fisheries Technical Paper 2: 1-143.
- Cunningham, S., A. Nguer & I. Thiam. 1995. Monopsonistic Fisheries Management: the Case of Mauritania. In: Liao, D. (ed.). International Cooperation for Fisheries and Aquaculture Development: Proceedings of the 7th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade. National Taiwan Ocean University, Keelung: 305-317.

- DaSilva, J., J.L. Cameron & P.V. Fankboner. 1986. Movement and Orientation Patterns in the Commercial Sea Cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Holothuroidea: Aspidochirotida). Marine Behavioural Physiology 12: 133-147.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1995a. Producción Pesquera Mundial 1950-1993. Estadísticas de Pesca, Capturas y Desembarques. FAO/ONU, Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1995b. Precautionary Approach to Fisheries. Part 1: Guidelines on the Precautionary Approach to capture Fisheries and Species Introductions. FAO Fish. Tech. Pap. 350: 1-52.
- Fajardo, M.C., E. Michel, J.A. Vélez, J.A. Massó & J. Singh-Cabanillas. 1995. Estructura Poblacional y Ciclo Reproductor del Pepino de Mar *Isostichopus fuscus* (Ludwig 1875) en Santa Rosalía, Baja California Sur. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Fajardo, M.C. & B.J.A. Vélez. 1996. Pesquería de Pepino de Mar. En: Casas Valdéz, M & G. Ponce (eds.) Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur 2: 151-165.
- Furlong, M.J. 1991. The Deterrent Effect of Regulatory Enforcement in the Fishery. Land Economics 67 (1): 116-129.
- Hanesson, R. 1991. From Common Fishing to Rights Based Fishing. Economic European Review 35: 397-407.
- Herrero, Pérezrul, M.D. 1994. Estudio comparativo de la reproducción de *Isostichopus fuscus* Ludwig 1875 y *Neothyone gibbosa* Deichman 1941 (Echinodermata: Holothuroidea), en la Bahía de La Paz. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Hilborn, R. & M. Mangel. 1997. The Ecological Detective: Confronting Models with Data. Princeton University Press, Princeton.
- Ikeda, Z. Y K. Katayama. 1988. On the artificial seedling and rearing experiments of settled juvenile of the sea cucumber *Stichopus japonicus*. Unedited English translation of the Bull. Okayama Fish. Exp. Stn. 1984: 37-42.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1944. INEGI, México.
- Jiaxin, J. 1991. Training manual on breeding and culture of scallop and sea cucumber in China. Yellow Sea Research Institute in Qingdao. People's Republic of China/FAO Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/91/002).
- Kerstitch, A. 1989. Sea of Cortez Marine Invertebrates. A Guide for the Pacific Coast from México to Ecuador. Sea Challengers, Monterey.
- Milliman, S.R. 1986. Optimal Fishery Management in the Presence of Illegal Activity. *Journal of Environmental Economics and Management* 13: 363-381.
- Perry, R.I., C.J. Walters & J.A. Boutillier. 1997. A Framework for Providing Scientific Advice for the Management of New Invertebrate Fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* (in press).
- Rettig, R.B. 1989. Is Fishery Management at a Turning Point? *In*: Neher, P.A., R. Arnason & N. Mollet (eds.). *Rights Based Fishing*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Reyes, B.H. 1997. Biología Poblacional de *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en el Sur del Golfo de California. Informe Final de Proyecto. Convenio CONABIO-UABCS FB315/H216/96. (inédito).
- Salgado, C.L. 1994. Propuesta de las opciones de manejo de las pesquerías de pepinos de mar en las costas oriental y occidental de Baja California, México. Febrero 1994. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Singh, C.J. y B.J.A. Vélez. 1994. La pesquería de Pepino de Mar *Isostichopus fuscus* (Ludwig 1886) en la Costa Oriental de Baja California Sur y Propuestas de Regulación. CRIP La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Singh, C.J. y B.J.A. Vélez. 1996. La Pesquería de Pepino de Mar *Isostichopus fuscus* en la Costa Oriental de Baja California Sur y Propuestas de Regulación. *Ciencia Pesquera* 12: 13-18.

South Pacific Commission. 1994. Bêche de Mer Bulletin 6. (April).

Sutinen, J. & K. Kuperan V. 1995. A Socioeconomic Theory of Regulatory Compliance in Fisheries. *In*: Liao, D. (ed.). International Cooperation for Fisheries and Aquaculture Development: Proceedings of the 7th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade. National Taiwan Ocean University, Keelung: 189-203.

Tapia, V.O.M. y J.J. Castro G. 1994. Análisis microscópico y determinación de la madurez gonádica del pepino de mar *Isostichopus fuscus* y *Parastichopus parvimensis*. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

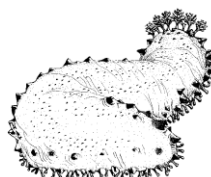
Vélez, B.J.A. 1991. Evaluación del Recurso Pepino de Mar en las Áreas de Ensenada Blanca a Punta Teresa y de Punta Trinidad a Punta Chivato, Baja California Sur. CRIP La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Vélez, B.J.A. 1991. Evaluación del Recurso Pepino de Mar en el Área de El Conejo y Punta Bentita, Baja California Sur. CRIP La Paz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

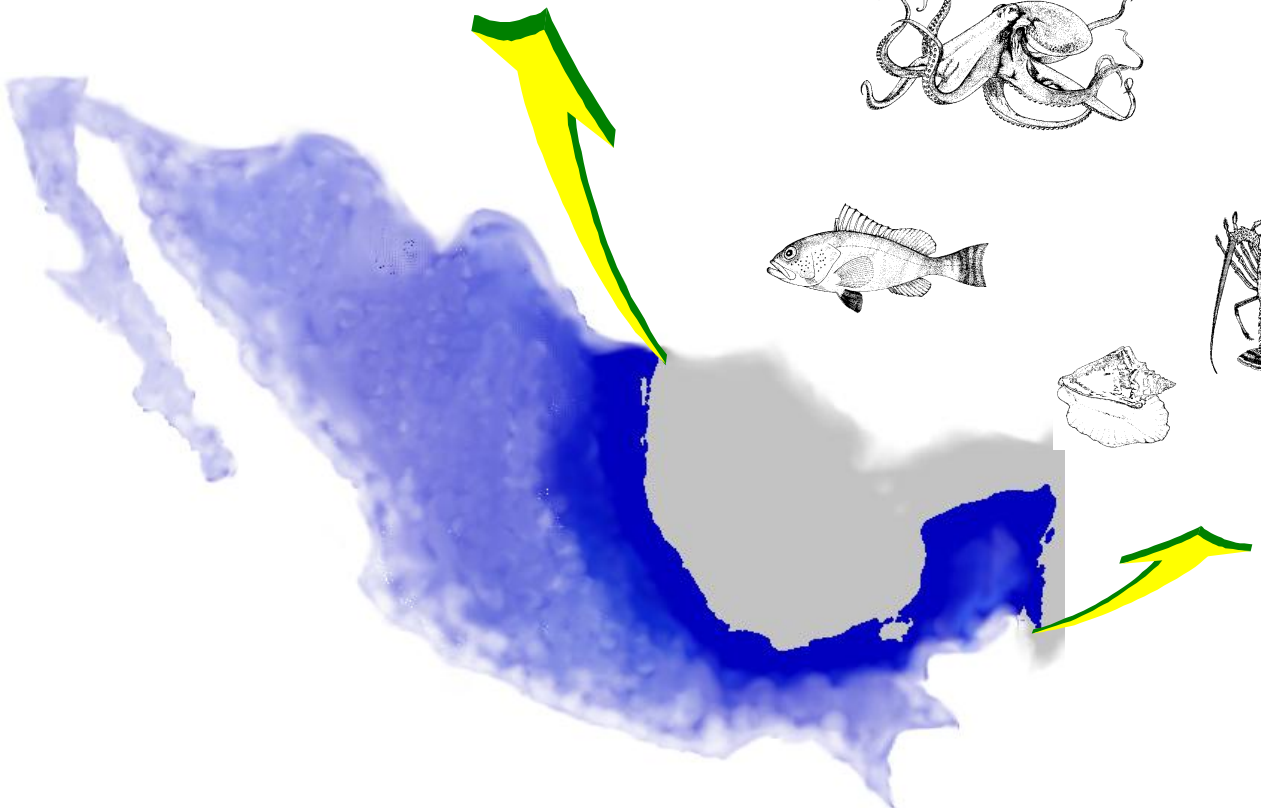
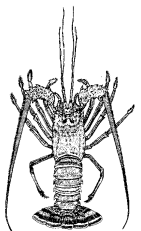
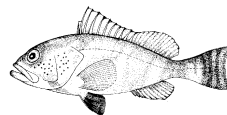
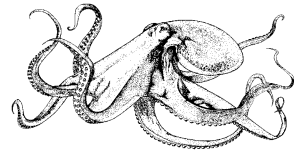
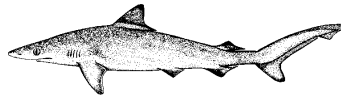
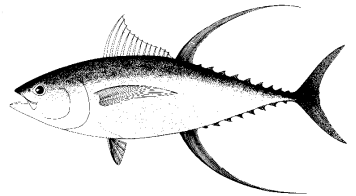
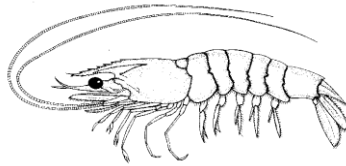
Walters, C.J. 1986. Adaptive Management of Renewable Resources. Macmillan Publishing Co. New York.

Xilin, S. 1986. The main factors influencing the larval development and survival rate of the sea cucumber. *Oceanologica et Limnologica Sinica* 17 (6): 513-520.

Zhao, H.E. 1991. General Director of the Dalian Marine Products Research Institute. Dalian/Liaodong Peninsula, China. *Aquaculture Magazine*.



Pesquerías del Golfo - Caribe



7 barbas

rosado

blanco

rojo

camarón de roca

café

camarón

camarón

café

rojo

blanc

camarón
rosado
camarón

siete 7 0 barbas

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

ESPECIES: Camarón blanco (*Penaeus setiferus*), camarón café (*P. aztecus*), camarón rosado (*P. duorarum*), camarón rojo (*P. brasiliensis*) y camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*).

- Pesquería secuencial: artesanal en lagunas, industrial en altamar.
- Reclutamiento altamente variable año con año.
- Reclutamiento concentrado en una parte del año, diferente 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 fauna incidental.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 21,984 toneladas: 71% con respecto al máximo histórico (1975).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Estructurado por edades y de rendimiento por recluta.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible : camarón café en buen estado; el blanco y el rosado muy deteriorados.

MEDIDAS DE MANEJO

- Vedas espaciales y temporales (NOM-002-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Proteger el crecimiento, el reclutamiento y el periodo de reproducción.

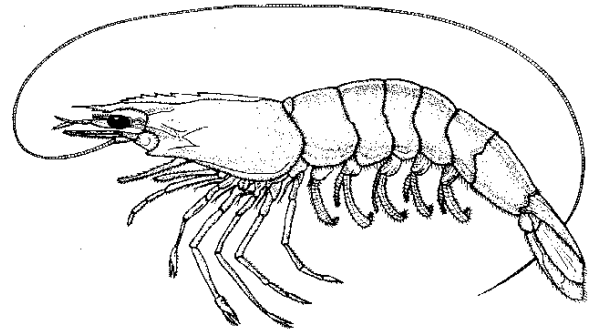
..... CAMARÓN DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

Penaeus brasiliensis
P. setiferus
P. duorarum
P. aztecus
Xiphopenaeus kroyeri

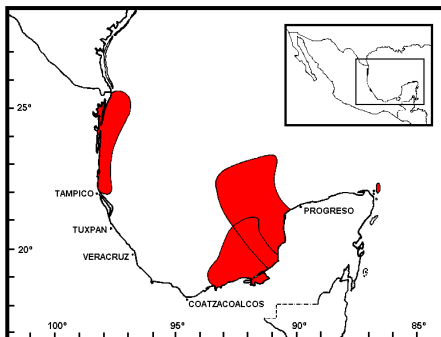
LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

En el litoral del Golfo de México, el camarón es la tercer pesquería en cuanto a volumen después de la mojarra y el ostión. Sin embargo, tanto el valor económico de la producción, así como la infraestructura usada en su explotación y procesamiento, hacen a esta pesquería la más importante del litoral del Golfo y Caribe mexicanos.



La pesquería de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe, es la de mayor importancia económica en la región



La captura de camarón del Golfo de México y el Caribe comprende el 27% del total nacional. En 1995 las 772 embarcaciones camaroneras 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 al cabo en tres zonas de importancia:

- Norte del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz)
- Sonda de Campeche (Tabasco y Campeche)
- Caribe Mexicano (Quintana Roó)

Aunque existe un importante movimiento de flota entre estas tres áreas y su administración debe concebirse como conjunta, éstas se distinguen en aspectos importantes como son las especies aprovechadas, su grado de explotación y su magnitud de producción.

La importancia relativa de estas tres 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). En esa zona la captura se compone de 95% de camarón café (*P. 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 57% restante.

La Sonda de Campeche pasó en los últimos años de aportar más del 50% del volumen de captura en el litoral al segundo puesto con 31%. El camarón blanco *P. setiferus* y el camarón rosado *P. duorarum* son las de mayor importancia comercial en esa zona. Sin embargo, las 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, Campeche.

La pesquería del Caribe (Quintana Roó) tiene una importancia relativamente reducida a nivel del litoral (5% de las capturas), sin embargo es la segunda actividad pesquera de mayor importancia a nivel local y la primera por su infraestructura pesquera instalada en el estado. Reporta capturas anuales promedio de 200 toneladas de camarón sin cabeza. La pesquería se dirige básicamente a la captura de camarón rojo (*P. brasiliensis*) y secundariamente al camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*). En las capturas se reportan cantidades poco significativas de *P. duorarum*, *P. setiferus* y *P. schmitti* (Arreguín-Sánchez, 1981a). La especie más importante desde el punto de vista económico es el camarón rojo.

En la zona noroeste del Golfo de México, la principal especie de camarón que se captura es el camarón café; en la Sonda de Campeche el camarón blanco y en el Caribe la pesquería se compone básicamente de camarón rojo

Fue en 1940 cuando se inició la pesquería de camarón en altamar. Comenzó en el litoral de Tamaulipas a bordo de embarcaciones norteamericanas que eran alquiladas por empresarios mexicanos o registradas a nombre de Cooperativas Mexicanas.



Uribe (1994) señala que la pesca exploratoria de camarón blanco en la Sonda de Campeche fue realizada por japoneses en los años treinta. Sin embargo, fueron los estadounidenses quienes comenzaron la pesca una década más tarde (1947) a escala comercial y, así como en el caso de Tamaulipas, algunos de sus barcos eran contratados por empresarios mexicanos con base en Ciudad del Carmen, Camp. Las primeras embarcaciones mexicanas comenzaron sus operaciones en la misma ciudad (1949) y en puerto de Campeche (1951).

Al inicio de esta pesquería, participaban las flotas japonesas, cubanas, y norteamericanas, compitiendo con la flota mexicana

Durante los primeros 20 años de esta pesquería la flota mexicana compitió con la norteamericana y la cubana (que se incorporó en los años sesenta) que pescaban 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 unos 650 barcos en operación. Ya para 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).

En los años cincuenta, la producción de camarón registrada fue cercana a 4,000 t; en los sesenta fue de 20,000 con un esfuerzo pesquero de 650 embarcaciones y una década después, en los años setenta, se registraron 26,000 t como captura promedio obtenida por cerca de 1,100 barcos

La pesquería en el Caribe se inició desde mediados de los años sesenta, pero la base de su desarrollo se estableció aproximadamente unos siete o diez años más tarde, junto con la construcción de mejor infraestructura (Soto *et al.*, 1982).

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, tanto la captura como el número de barcos disminuyeron hasta alrededor de 24,000 t y 600 embarcaciones, respectivamente. Estos descensos fueron mucho 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 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.

La normatividad para la extracción comercial del camarón ha sufrido numerosas modificaciones desde sus inicios. Después de que en 1993 se introdujo la reglamentación de la pesquería del recurso con el establecimiento de épocas de veda y zonas de captura, los volúmenes de captura en la región han incrementado ligeramente en relación con los últimos 10 años

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 ha sido en parte, debido a la introducción de medidas de manejo como la temporada de veda y la zona de prohibición de la captura de 15 millas marinas desde la playa hacia el mar en algunos estados.

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 relevantes de las principales especies: camarón café, rosado, blanco, siete barbas, rojo y de roca.

Camarón Café

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. 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 los 11 estadios larvarios que son cinco subestadios de *nauplio*, tres de *protozoa* 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_{oo}) de 214 a 236 mm y en peso máximo (W_{oo}) de 54.7 a 74.2 g.



El camarón café puede ser capturado en altamar a 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 agosto para altamar.



Camarón rosado

Se concentra en aguas bajas de la costa (un metro de profundidad), desde 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 fuera de la costa en fondos de 20 a 70 m, en la parte este-noreste de la Sonda.

Los machos maduran cuando alcanzan los 85 mm de longitud total (punta del rostro a punta del telson), 5.0 g de peso total (con cabeza) y 2.5 a 3.0 meses de edad; la talla máxima usual es de 175 mm (9.0 a 12 meses). Llegan a vivir de 18 a 20 meses.

El 50% de las hembras se encuentra en estado de total madurez sexual cuando llegan a los 127 mm de longitud o a los 17 g de peso (edad de 4.5 meses). Cuando miden 140 mm ya desovaron cuando menos una vez (Re-Regis, 1989). 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, que es de mayo a septiembre (aunque puede variar año con año), la proporción es 3:7. Cuando se inician los dos principales periodos de reclutamiento masivo de juveniles a la pesquería (el menor en abril y el mayor en octubre o noviembre), la proporción se invierte a 7:3.

Las hembras reproductoras se capturan desde los 15 m de profundidad y producen entre 211 mil a 450 mil huevos (Re-Regis, 1989). Según

Fuentes *et al.*, (1976), la eclosión ocurre después de 12 a 14 horas y a lo largo de 15 a 20 días los individuos pasan por 11 fases larvianas (*nauplios*, *protozoeas* y *mysis*), seguidas por dos de postlarva (plancónica y bentónica).

El hallazgo de juveniles pequeños (17 a 32 mm de longitud total) en esteros en todos los meses del año, sugiere que el arribo de postlarvas es continuo (Santos y Uribe, 1997). Por otro lado, las menores tallas registradas (postlarvas de 11 mm y juveniles de 15 mm) y su mayor abundancia relativa, señalan que existen dos temporadas de mayor 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 migran al mar en dos principales pulsos anuales (marzo-abril y junio-agosto).



Camarón blanco

Existen dos stocks de camarón blanco en México; el principal es pescado en la Sonda de Campeche y el otro en la parte noroeste del Golfo de México (Gracia, 1991).

De todas las especies de camarones peneidos del Golfo de México, el camarón blanco es la que presenta más relación con la zona costera y mayor 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).

Se concentra principalmente en el área suroeste de la Laguna de Términos y desde la línea de costa hasta los 22 m en la parte sudoccidental de la Sonda de Campeche (Smith, 1988). Su distribución se extiende también hacia la porción este de la Sonda, donde se capturan en fondos de 25 a 45 m.

Las principales áreas de crianza son las lagunas de Mecoacán, de Machona y la desembocadura de ríos como el Grijalva y el San Pedro, Tab.; sin embargo la más importante es la Laguna de Términos en Campeche (Gracia, 1989).

La talla máxima usual en la Laguna de Términos es de 110 mm y su longevidad es de 16 meses en una población fuertemente explotada desde hace décadas (Lindner y Cook, 1970; Gracia, 1991). Las hembras maduran cuando alcanza una longitud total de 120 a 140 mm (Smith, 1986; Re-Regis, 1994), es decir, cuando tienen ocho meses de edad. En las capturas se observan tallas máximas de 190 mm para machos y de 210 mm para hembras. 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 repro-

ducción de abril a mayo hacia el final de la época de secas y otro menor en agosto casi al término de la temporada de lluvias.

En la captura de camarón blanco en la Sonda de Campeche se han encontrado machos con talla máxima de 190 mm y hembras de 210 mm

Camarón siete barbas

Los camarones de esta especie maduran y se reproducen en mar abierto, mientras que su crecimiento hasta juveniles o preadultos se lleva a cabo en aguas someras del litoral (Smith, 1988).

El camarón siete barbas de Campeche no se cría en los esteros sino cerca de la orilla en zonas marinas de baja profundidad (una a seis brazas) y entra en la Laguna de Términos solamente cuando los vientos del norte cambian las corrientes costeras y se inunda la laguna con agua de salinidad mayor a 20‰ (Smith, 1984).



Los factores que regulan la producción de este recurso son poco conocidos dado que esta especie temporalmente alcanza densidades más altas que cualquier otra en el Golfo y sus capturas masivas en las costas del estado de Campeche están fuertemente relacionadas con los vientos del sureste (Smith, 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 este recurso es de 88 mm de longitud total. Existe reproducción durante todo el año con dos picos: uno de febrero a marzo y otro de junio a septiembre. Este último es el principal (Núñez y Wakida, 1997).

El camarón siete barbas alcanza temporalmente densidades más altas que cualquier otra especie en el Golfo de México provocando capturas masivas en Campeche, sin embargo la actividad pesquera se orienta a organismos que aún no han alcanzado su madurez reproductiva

Los grupos que constituyen las cohortes principales nacen entre junio y septiembre y se reclutan en los meses de septiembre a febrero 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, 1997).

Sus mayores concentraciones se encuentran en la zona costera con profundidades de dos a cuatro brazas, principalmente, ubicado entre la localidad de Los Tubos y las cercanías de la desembocadura del Río San Pedro (Núñez y Wakida, 1997).



Camarón rojo

En la zona de Contoy existe un importante afloramiento de agua sub-superficial rica en nutrimentos, que parece estar sincronizada con el reclutamiento, los ciclos de abundancia y desplazamiento de las diferentes especies (Porras et al., 1994).

Las épocas de mayor actividad reproductiva y maduración sexual del camarón rojo se efectúan de febrero a agosto, con máximos en marzo y abril (Sandoval, 1996). Los movimientos de las larvas hacia las lagunas costeras de Yalahau, Chacmuhuh y Nichupté en Quintana Roó y río Lagartos en Yucatán, coinciden con aquellas en que ocurre una importante fertilización de la zona eufótica y variaciones en la temperatura del agua e importantes cambios en las corrientes frente a Cabo Catoche (Merino, 1992). El camarón rojo *Penaeus brasiliensis* parece reclutarse a la pesquería de febrero a septiembre, con dos periodos de diferente magnitud. El primero y más impor-

tante de éstos se presenta de febrero a marzo y el segundo de menor intensidad en agosto-septiembre (Arreguín-Sánchez, 1981b y 1981c; Araneda, 1990; Soto, 1992 y 1994; Porras *et al.*, 1994).

El camarón rojo se recluta a la pesquería en dos periodos, el primero y más importante de febrero a marzo y el segundo de agosto a septiembre



El primer periodo ocurre con la entrada de organismos juveniles a las áreas de pesca más cercanas a Isla Contoy, con un desplazamiento aparente de organismos de tallas pequeñas hacia aguas más profundas conforme transcurre el tiempo. El segundo periodo de reclutamiento a la pesquería y de menor intensidad, se efectúa en septiembre. En ambos periodos, se observa un desplazamiento hacia los sitios de captura más alejados de la costa y un incremento en las tallas conforme transcurre el tiempo.

La presencia de juveniles en las áreas costeras de pesca, se detecta desde principios de otoño y finales de invierno, para declinar en forma significativa conforme se modifican las condiciones del afloramiento en esas estaciones del año.

Se ha observado que la intensidad del afloramiento en otoño e invierno puede variar entre años, por lo que la intensidad del reclutamiento deberá ser diferente para cada temporada. La temperatura en la parte interna de la plataforma cercana a la costa decrece en invierno, debido probablemente a la influencia de los frentes fríos o “nortes” en la región. Y es posible que éstos contribuyan significativamente al transporte de larvas hacia la costa (Porras *et al.*, 1994).

Los juveniles del camarón rojo se encuentran muy cerca de la costa a bajas profundidades y con poca dependencia estuarina Soto *et al.* (1982).

Sandoval (1996) encontró que la flota comercial puede capturar juveniles en sus áreas de pesca. La posible explicación es que su desarrollo se realiza en aguas someras no protegidas (Gracia *et al.*, en prensa).



Camarón de roca

El camarón de roca (*Sicionya brevirostris*) presenta, a diferencia de *P. 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 tanto de camarón rojo como de roca, se presentan en forma inversa a lo largo del año (Arreguín-Sánchez, 1981c; Soto, 1992 y 1994; Porras *et al.*, 1994; Sandoval, 1996).

Los juveniles del camarón de roca se encuentran desde áreas someras a zonas profundas en Contoy, pero no dentro de las lagunas costeras de Quintana Roó o de Yucatán, como es el caso del camarón rojo (Arreguín-Sánchez, 1981c). Lo anterior parece ser corroborado por importantes capturas de individuos pequeños, registrados durante el invierno en áreas alejadas de la costa (Porrás et al., 1994).

El reclutamiento del camarón de roca sólo se efectúa en una periodo (septiembre a marzo); lo cual parece indicar que es inverso al del camarón rojo

CAPTURA Y ESFUERZO

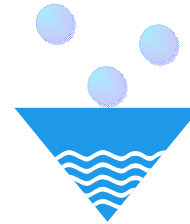
τ Operaciones, equipos y artes de pesca

Tamaulipas-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 empiezan a ser sustituidas por cuatro redes gemelas; dos por banda y de 35 a 45 pies de relinga superior, con malla de $1\frac{3}{4}$

pulgadas en el cuerpo y $1\frac{1}{2}$ pulgadas en el bolso.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en altamar es estimada con el número de viajes.



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 la casi totalidad de las capturas). En la zona sur de Veracruz (en el área 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.

La captura en las lagunas se obtiene por medio de artes de pesca fijas llamadas "charangas" que consisten en trampas en forma de V hechas por varas y ramas de mangle y cuyos aleros miden de 30 a 60 m. En los vértices se coloca una red llamada "yagual" que impide la salida del camarón. El paño de red interior, tiene una altura entre 1.50 a 2.5 m y de ancho de 1.50 a 1.60 m con mallas de 15.87 mm hasta 28.6 mm.

La cuchara es un paño de red con mallas de 25.4 mm que está montado en un aro (1.5 a 2.5 m de diámetro) sujeto a un mango de madera o aluminio (1.5 a 2.30 m de largo) el paño al caer, forma una especie de bolso de forma cónica con una altura media de 1.0 a 1.20 m (González *et al.*, 1997).

La pesquería artesanal de mayor importancia en aguas protegidas se localiza en Laguna Madre, Tamps. y Tamiahua y Pueblo Viejo, Ver., por su elevado volumen de captura

La pesca se lleva a cabo de noche durante tres o cinco horas. 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 ya se dispersó o no el camarón desde la operación anterior. Estas trampas 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.

Para la captura en lagunas se utilizan 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 ha sido posible contar con registros mensuales de esfuerzo correspondiente a la captura registrada; no existen registros del número total de charangas en operación. Este problema ha representado la principal dificultad para determinar la intensidad de explotación de camarones juveniles en la Laguna Madre.

El Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico inició en 1995 un muestreo intensivo del rendimiento por charanga y por día mediante la recopilación de datos de captura por charanga por día directamente de alrededor de 20 “recibas” de camarón situadas en la ribera de la laguna.

Esta información ha permitido conocer el rendimiento promedio por día de estas artes de pesca así como la variabilidad existente en función del día de pesca y de la posición de la charanga.

Debido a la ausencia de registros reales del número de charangas que operan en Laguna Madre, ha sido problemático determinar la intensidad de explotación en esta zona

Generalmente los rendimientos observan variaciones importantes con incrementos en los periodos de “mareas vivas” cuando el movimiento y emigración del camarón se intensifica.



En 1996, en la última semana del mes de mayo se estimó un máximo de operación de 5,587 charangas en la Laguna Madre, Tamps. y de 3,163 en el norte de Veracruz.



Sonda de Campeche

Según Uribe (1994), se pueden definir las siguientes unidades de pesca en la Sonda de Campeche:

- Una que con métodos artesanales atrapa 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 el de Yucatán.
- Una semi-tecnificada que captura juveniles y adultos de camarón siete barbas en la costa desde Chiltepec (Tabasco) hasta Isla Aguada, con apoyo en embarcaciones menores con motor fuera de borda.



- Otra semi-tecnificada que opera clandestinamente capturando juveniles de camarón blanco en aguas de la Laguna de Términos.
- La industrial, que en altamar pesca juveniles y adultos de todas las especies, con apoyo de barcos camaroneros que tienen base en el puerto de Ciudad del Carmen y en el de Campeche.

En las lagunas costeras de Tabasco la pesca se realiza con atarrayas tradicionales. En la Laguna de Términos, Campeche, se utilizan redes de arrastre con relinga superior de 14 m con una abertura de malla de una pulgada, construidas con hilo tratado y operadas con lanchas con motor fuera de borda de 55 CF a 65 CF. Actualmente se ha empezado a usar una red de arrastre denominada “voladora” fabricada con hilo de monofilamento.



En la zona costera la pesca se efectúa principalmente con redes de arrastre como las descritas anteriormente y con redes de enmalle a la deriva, las cuales tienen una abertura de malla de 2.25 a 2.75 pulgadas y

una longitud que varía de 150 a 225 m.

Todos estos artes de pesca están prohibidas en la Laguna de Términos. La utilización de éstos, usados principalmente para la captura de camarón siete barbas con capturas incidentales de camarón blanco, depende de la temporada del año. Las redes de arrastre se utilizan principalmente de noviembre a marzo, mientras que las de deriva para camarón blanco de abril a septiembre (Smith, 1986; Gracia, 1996).

La pesca de altamar del camarón blanco se realiza de día, mientras que la de rosado y de café durante la noche. Se efectúan tres o cuatro lances por jornada de pesca (diurna o nocturna) y cada lance dura tres a cuatro horas. La operación se puede suspender si la red de prueba, que sirve para indicar cuánto camarón hay en el área, atrapa menos de 10 individuos.

Las dos flotas en el estado de Campeche utilizan embarcaciones mayores tipo Florida, el 76% con casco de hierro, 21% de madera y 3% de fibra de vidrio; la mayoría tienen motores de 335 a 565 CF y operan arrasando cuatro redes gemelas (dos por banda).

La pesca de altamar en la Sonda de Campeche se realiza de día para el camarón blanco y la de camarón rosado y café durante la noche

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, 1996).

Los barcos del puerto de Campeche emplean principalmente redes de tipo texana, pero en algunos casos también usan la de tipo voladora, la hawaiana o la balona; la relinga superior tiene de 11 a 18 m y la luz de malla medida en el copo puede ser de 3.8, 4.4 o 5.0 cm.



Esta flota opera en la Sonda de Campeche en todos los meses del año pero el esfuerzo aplicado es mayor en dos periodos que coinciden con los picos de reclutamiento de juveniles a la pesquería y por consiguiente se obtiene el mayor volumen de producción mensual. Dichos periodos están intercalados por uno de menor actividad, que a su vez coincide con la época de máxima reproducción; pero que obedece a que la mayor parte de la flota se traslada al puerto de Tampico, para aprovechar también la temporada anual

del camarón café en la costa noroeste del Golfo de México.



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: café 45%, rosado 26% y blanco 24% en promedio. Esta flota, a diferencia de la que tiene como base el puerto de Campeche, captura camarón blanco y café debido a la cercanía de sus zonas de distribución, aunque el camarón rosado es el que presenta mayores rendimientos durante todo el año.

La flota del puerto de Campeche opera principalmente en la zona noreste de la Sonda y sus capturas entre 1981 y 1989 estuvieron integradas en un 80% por camarón rosado (Navarrete y Uribe, 1993).

La captura reportada por la flota industrial de Ciudad del Carmen durante el periodo 1983-1993, se compone de camarón rosado (45%), café (26%) y blanco (24%)

La pesquería artesanal se efectúa con atarrayas en las lagunas costeras de Tabasco pero se desconocen los detalles de organización de los pescadores. En cuanto a Ciudad del Carmen, Camp., la flota ribereña se dedica a la pesca de camarón siete barbas, además del camarón blanco.

La red de enmalle a la deriva apareció en 1983, pero no fue sino hasta 1987 cuando se legalizó esta forma de captura. Smith (1986), menciona que la captura promedio diaria por lancha en esos años era de aproximadamente 40 kg. Según registros del CRIP en Ciudad del Carmen, de 1987 a 1993 las capturas de la pesca artesanal eran mayores que las de la pesca industrial. En 1993 se prohibió la pesca por medio de este método

Fue hasta 1987 cuando se legalizó el uso de la red de enmalle a la deriva con elevados niveles de captura de la pesca artesanal; sin embargo a pesar de que en 1993 se prohibió su empleo, continúa su uso

Contoy

En la zona de Contoy se han identificado seis áreas en las que se realiza un intensivo esfuerzo pesquero. Los estudios realizados por el INP en la zona desde hace más de doce años, indican que la flota camaronera de Quintana Roó ha intensificado sus esfuerzos en explorar nuevos campos de pesca en la última década.

A principios de los años ochenta, los barcos operaban en áreas ubicadas alrededor de las 14 y 32 millas náuticas de Isla Mujeres y en un puerto pesquero de reducidas dimensiones frente a Cabo Catoche. Para 1994, los sitios de pesca se ampliaron hasta las 60 millas náuticas del punto mencionado. Actualmente, las áreas de pesca se encuentran limitados entre ellas y hacia las proximidades de la costa, por terrenos muy accidentados y significativas profundidades en los bordes de la plataforma (entre 160 y 500 m). Las áreas se ubican entre los paralelos 22°18'00" y 21°27'00" latitud norte y los 86°34'00" y 87°01'97" longitud oeste.



La pesca de camarón se realiza en fondos planos y arenosos, libres de rocas y corales, con profundidades que oscilan entre los 35 y 60 m (Porrás *et al.*, 1994). En Quintana Roó no hay aún una pesquería dirigida a la captura de camarones juveniles, aunque en Río Lagartos, Yuc., se realiza una significativa extracción del recurso entre noviembre y marzo.

Los barcos que operan en la zona de Contoy corresponden al tipo Florida y al tipo BANFOCO y están equipadas con redes de arrastre dobles. Miden entre los 21 y 24 m de eslora y manga de seis a siete metros. La potencia de las máquinas está entre los 365 a 520 CF. Todas las embarcaciones están equipadas con equipo de navegación, comunicación, detección de cardúmenes y posicionamiento (compás, radio transmisor, ecosonda y LORAN o navegador por satélite). La capacidad de carga varía entre las 15 a 30 t y con autonomía de 30 a 40 días, dependiendo de la refrigeración en bodega. Presentan redes dobles con tablas y patines para la operación y una red adicional de prueba. El tangón mide 13.5 m; la galga 40 brazas y el largo de línea de la red 354 m, con una abertura de malla de 1 ¾ pulgadas (Soto, 1992).

τ 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 25,000 t durante los últimos seis años (Fig. 1). En noviembre de 1997 se habían capturado 18,757 t.

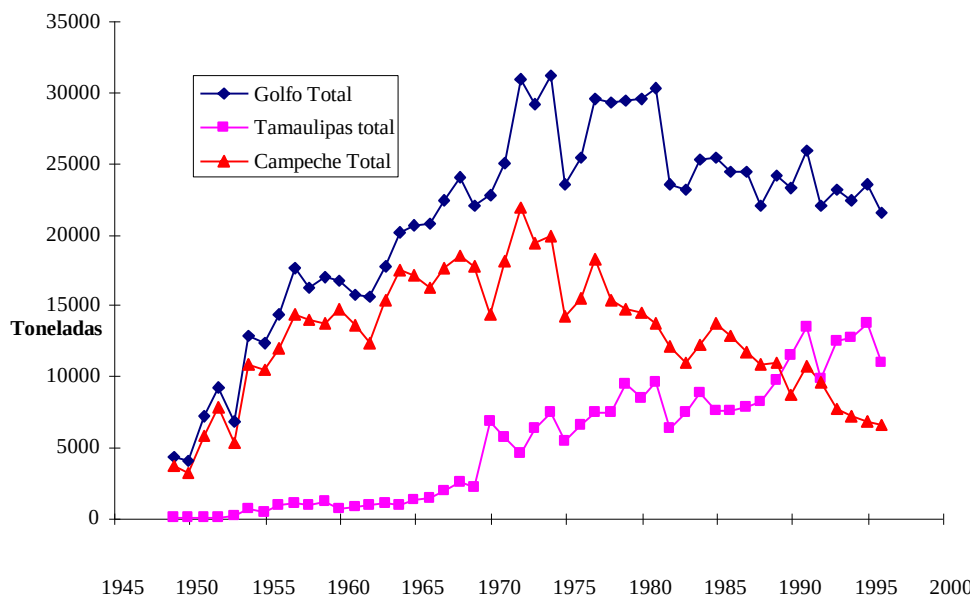


Fig. 1. Evolución de la captura total de camarón en el Golfo de México y en los estados de Tamaulipas y Campeche.



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 770 embarcaciones en la actualidad (Fig. 2).

Tamaulipas-Veracruz

La captura anual promedio de camarón registrada en Tamaulipas en el periodo 1987-1996 asciende a 10,788 t de producto entero fresco de las cuales 5,949 t (55%) corresponden a la captura obtenida por la flota camaronera en altamar y 4,840 t (45%) corresponden a las lagunas litorales del estado de Tamaulipas.

La captura de camarón en 1996 ascendió a 10,636 t de producto entero fresco, el cual 6,847 t (64%) comprende la captura de altamar y 3,789 (36%) a la captura en las lagunas litorales de Tamaulipas. Compa-

tuida hasta 1982 por 200 embarcaciones con una eslora de 40 a 80 pies que operaban en altamar y alrededor de 5,000 embarcaciones menores de 15 a 25 pies para la operación de las charangas para la

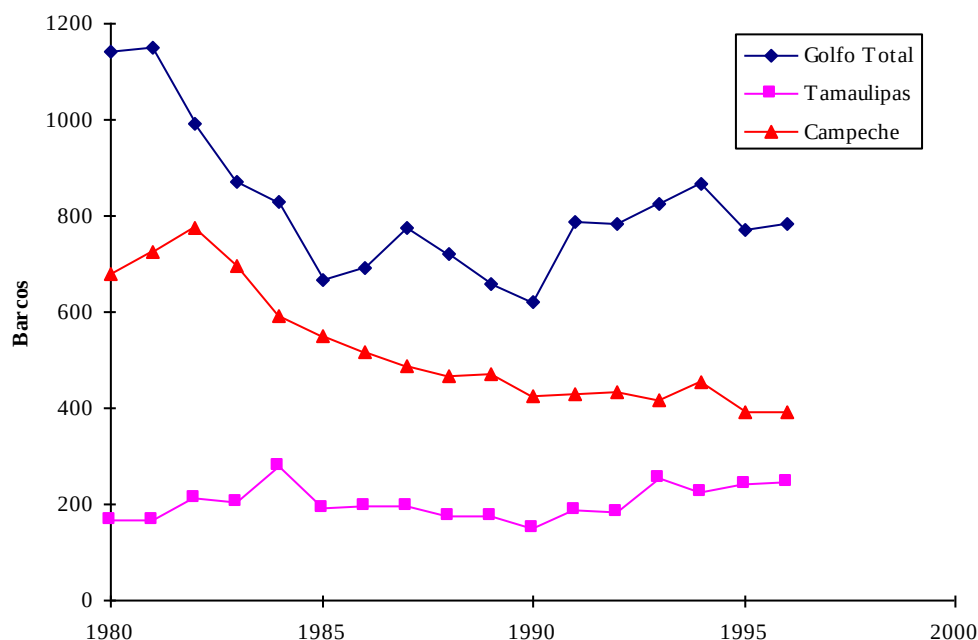


Fig. 2. Evolución del número de barcos camaroneros en el Golfo de México y en los estados de Tamaulipas y Campeche.

rando esta captura con la de 1995, hubo un decremento del 19.5%, debido principalmente a la falta de lluvias en el primer semestre de 1996.

En el periodo (1989-1996) la captura promedio ascendió a 4,854 t en la Laguna Madre. En las *figuras 3, 4 y 5* se muestran las tendencias de la captura total, la captura en lagunas y altamar y la captura por unidad de esfuerzo de la flota industrial en Tamaulipas.

La pesquería de camarón en el estado de Tamaulipas estaba consti-

captura de cama-rón en las lagunas costeras. La dura-ción de la temporada de pesca en aguas protegidas abarca de siete a ocho meses solamente.

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 60 días.

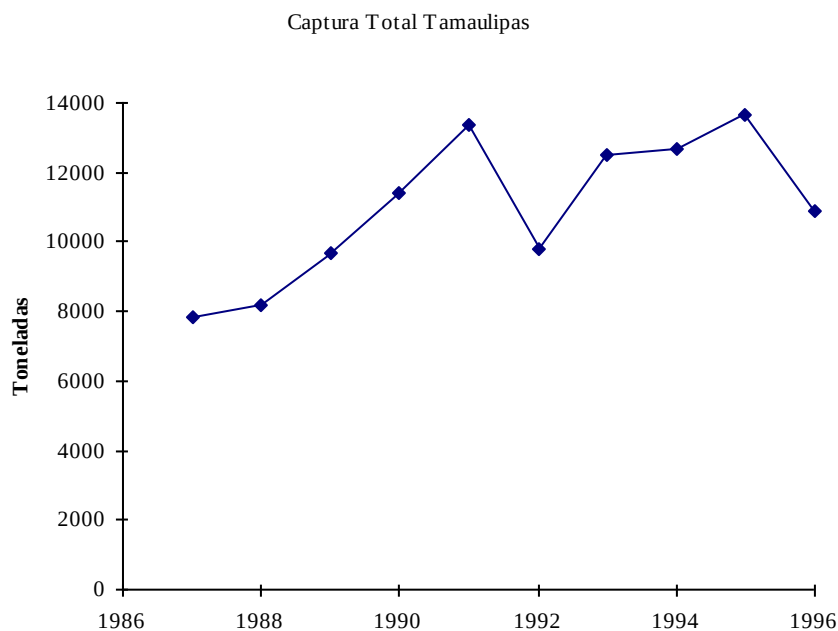


Fig. 3. Captura anual de camarón en el estado de Tamaulipas.



La flota camaronera opera en promedio 190 barcos por mes pero durante los meses de mayor abundancia se incrementa hasta 300, ya que se incorpora a la pesquería la flota de los puertos del estado de Campeche, principalmente. Los promedios porcentuales de participación son de alrededor del 55% para la flota local (Tamaulipas) y el 45% para la flota foránea (Veracruz, Tabasco y Campeche).

En la *tabla 1*, se muestran las agrupaciones pesqueras, con sus unidades de pesca, que operan en Tamaulipas y el norte de Veracruz.

En este último estado, la captura en aguas protegidas descendió de las 1,059 toneladas de 1987 hasta 242 en 1994. A partir de ese año, la producción se incrementó hasta 960 toneladas en 1996.

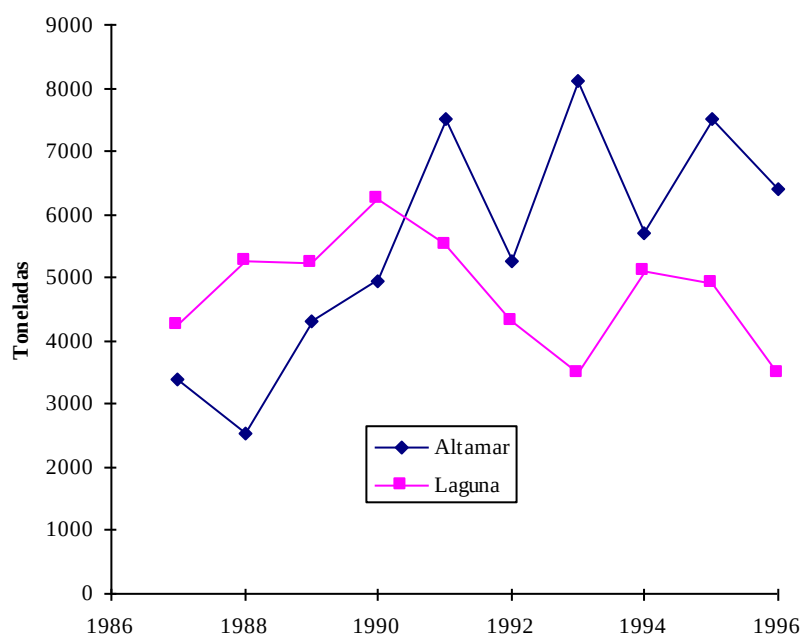


Fig. 4. Captura de camarón por sistema en el estado de Tamaulipas.

Tabla 1. Unidades de producción de la pesquería de camarón café en Tamaulipas.

Unidades	No	Pescadores	Artes_de pesca	Embarcaciones mayores
Cooperativas de altura	26	727	n.d.	247
Cooperativas en Laguna Madre	n.d.	n.d.	5,587 charangas	0
Cooperativas del Norte de Veracruz	11	1,800	3,163 charangas	0

La producción de altamar promedio de Veracruz fue de 960 t de 1985 a 1990, descendió a 659 t en 1994 y se recuperó hasta las 1,029 t 1996 (Schultz *et al.*, 1997) (Fig. 6).

A partir de la implantación de la veda, las capturas totales de camarón en Veracruz han aumentado en casi 1,000 t hasta cerca de 2,300. Aunque la flota local que opera en aguas del estado ha bajado de 79 a 59 barcos

de 1993 a 1996, el esfuerzo medido en días de viaje se mantuvo casi constante (5,555 contra 5,400 en los años mencionados), como ocurre también con la captura (684 t en 1993 y 686 en 1996). Sin embargo, la captura de la flota foránea operando en esas aguas creció de 137 hasta 373 t en ese periodo, con el correspondiente aumento en el número de barcos de 57 a 113 y en días de pesca de 1,079 hasta 3,295. El es-

fuerzo de la flota local se reparte más o menos uniformemente a lo largo del año, mientras que el de la foránea se incrementa de agosto a febrero, después de la veda. La captura por día de viaje es prácticamente igual para las dos flotas (0.11-0.12 t/día) (Schultz *et al.*, 1997).

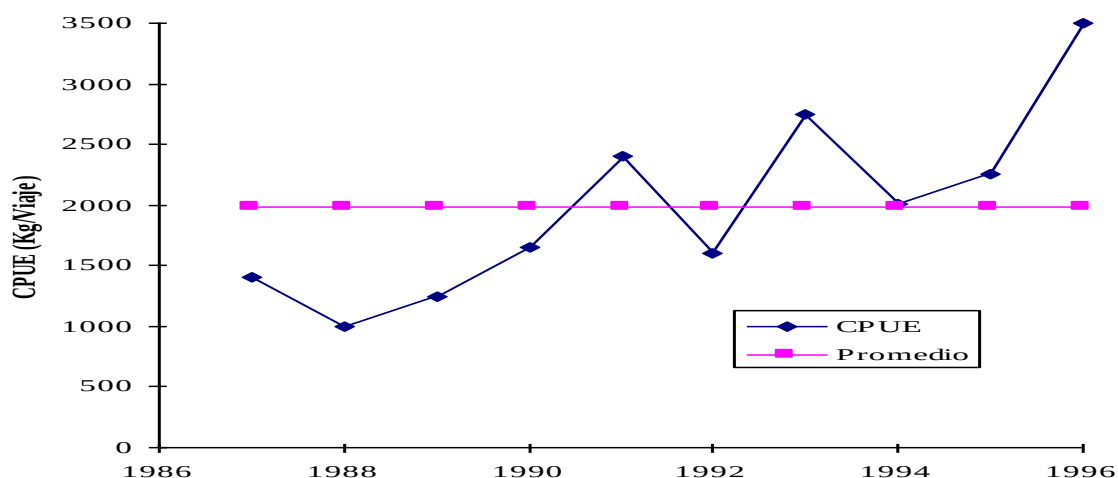


Fig. 5. Captura por unidad de esfuerzo de camarón de altamar en el estado de Tamaulipas.

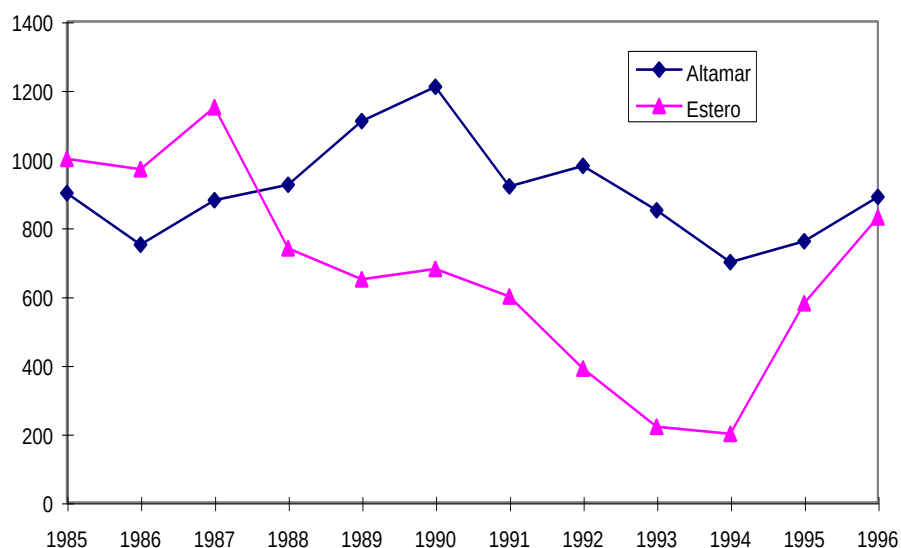


Fig. 6. Captura en toneladas de camarón de altamar y esteros en el estado de Veracruz.

Sonda de Campeche

En la *figura 7* se muestra la tendencia de la captura de camarón rosado, blanco y café reportada en Ciudad del Carmen, Camp. (FAO, 1972, 1978; Anónimo, 1975; Schultz *et al.*, 1976; Guitart y Hondares, 1980; SEPESCA, 1979-1994; SEMARNAP, 1996). Como se ha mencionado, desde los inicios de la pesquería, ésta se ha desarrollado aceleradamente en número de barcos y volumen de producción. Este desarrollo se ha dado gracias a la incorporación continua de innovaciones técnicas y por el aumento de la demanda en el mercado

internacional que paga precios altos. Sin embargo, desde el inicio de la década de los años setenta se ha presentado una tendencia a la baja en producción.



La captura por especie de camarón reportada por la flota de altura de Ciudad del Carmen (Fig. 7) muestra una marcada disminución, principalmente la de los camarones rosado y blanco. Solamente el camarón café presenta niveles estables.

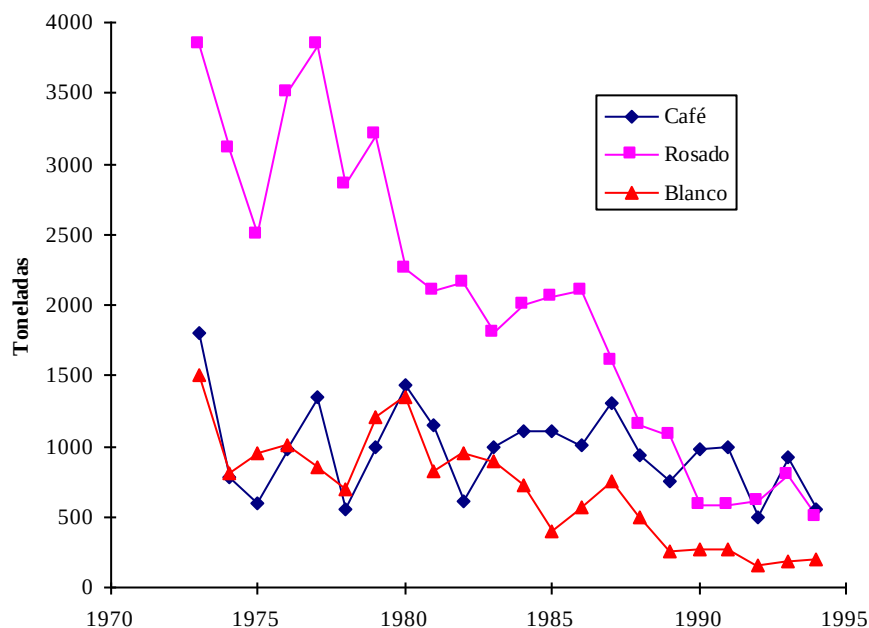


Fig. 7. Captura de las tres principales especies de camarón reportada en Cd. del Carmen, Camp.

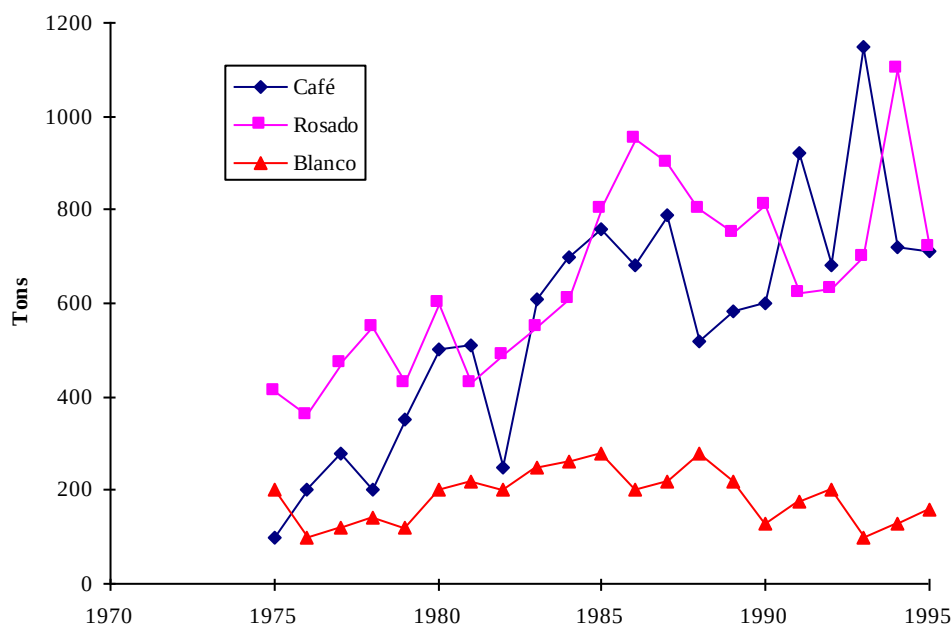


Fig. 8. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo (viajes) de las tres especies registradas por la flota camaronera de Ciudad del Carmen, Camp.

La captura por unidad de esfuerzo (kg/viaje) ha mostrado una tendencia hacia el aumento. Esto se debe, como en el caso de Tamaulipas y Veracruz a cambios en la eficiencia de la tecnología de pesca (Fig. 8).

Por ejemplo, a partir de 1985 se comenzó a utilizar la red gemela (Uribe 1994), la potencia del motor aumentó y se hicieron cambios en el material del casco (Wadsworth, 1974; Wakida, 1996).

El número de días en el mar ha aumentado y por consiguiente la medida de esfuerzo dado en viajes ya no se considera adecuada, o al menos comparable entre los diferentes periodos. Mientras que en 1973 la duración de días en el mar era de 12 a 14 (Wadsworth, 1974); en la actualidad la proporción de viajes mayores

de 20 días ha aumentado y a veces llega a 40 días (Uribe, 1994; Wakida, 1996).

En cuanto a la evaluación de la pesquería de camarón siete barbas, la falta de información confiable sobre el esfuerzo pesquero y las capturas de la flota ha representado un problema.

Hasta el primer semestre de 1997 el camarón siete barbas fue aprovechado por una flota ribereña que operó sin reglamentación en el número óptimo de embarcaciones. Su captura y esfuerzo fluctuó con la disponibilidad de juveniles y adultos del recurso en la zona costera, lo que significa que el mayor esfuerzo pesquero se ejerció en las zonas y temporadas de reproducción y crianza del recurso.



En cuanto a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del camarón siete barbas, los valores mayores se encontraron generalmente durante diciembre y enero.

La evaluación del camarón siete barbas, a partir del esquema de pesca de fomento iniciado en enero de 1994 y hasta abril de 1997, muestra que la captura aumentó junto con el esfuerzo. Sólo que de noviembre de 1996 a abril de 1997, esto no se cumplió ya que el esfuerzo agregado fue mayor y no obstante la captura total no aumentó en esa misma proporción (Núñez y Wakida, 1997). En noviembre de 1997 comenzó la

Contoy

El nivel de capturas de camarón rojo (Fig. 9) muestra un máximo de producción durante los años de 1985 a 1987 con una importante disminución para 1988 (probablemente influenciada por el paso del huracán *Gilberto*) y años subsiguientes.

En el caso del camarón de roca, la producción máxima se obtuvo en

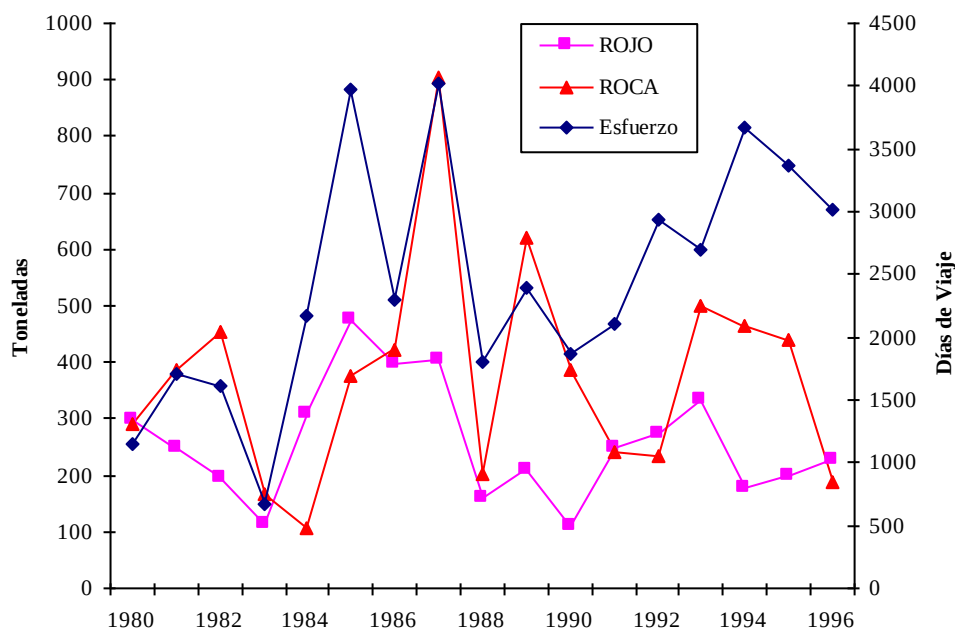


Fig. 9. Tendencia histórica de las capturas de camarón y esfuerzo en Contoy.

pesca comercial de esta especie.

1987 y para el siguiente año las

capturas decrecieron a poco más de la mitad (Fig. 9).



La recuperación de las capturas para los años de 1993 a 1995 puede ser atribuible al efecto de la veda implantada durante esos años. La disminución de aproximadamente un 50% en 1996 también puede ser atribuible a la veda, ya que su duración (1º de agosto al 15 de noviembre) coincidió con los tres meses y medio del año en que se extrae la mayor parte de la captura de esa especie.

En la *figura 10* se presenta el patrón típico de las capturas de *P. brasiliensis* y de *P. brevirostris*. Durante el primer semestre del año se obtienen las mayores capturas de camarón rojo con un repunte en el mes de octubre. El camarón de roca se captura durante los meses de septiembre a enero. El esfuerzo de pesca, medido en días de viaje, es el mismo para las dos especies ya que se capturan en la misma zona.

La *figura 11* muestra las capturas por unidad de esfuerzo (en toneladas por día de viaje) para las dos especies explotadas en Contoy de 1980 a la fecha.

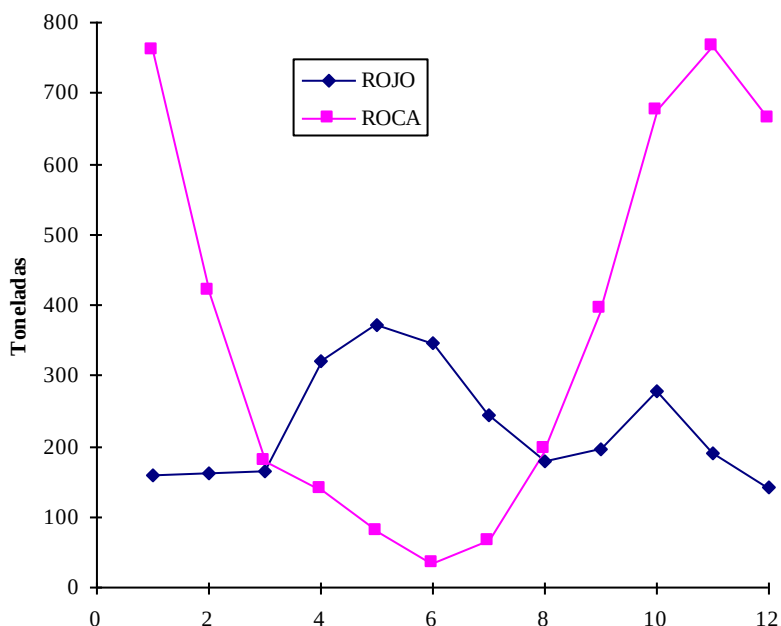


Fig. 10. Captura mensual de camarón rojo y de roca



embarcaron alrededor de 250 t en centros de recepción de Quintana

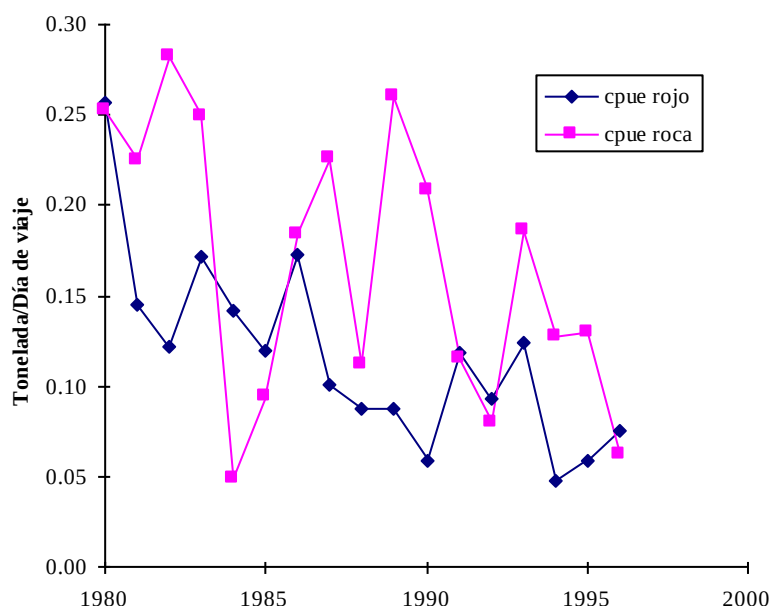


Fig. 11. CPUE de 1980 a 1996 para el camarón rojo y para el camarón de roca.

Adicionalmente a la información de la *tabla 2*, los registros de arribo de 1992 y 1993, indicaron que barcos de otros puertos (Ciudad del Carmen y Lerma Camp., principalmente), des-

Roó. Esto significó el 15.8% del total reportado en el estado en esos años. La presencia de esta flota se intensifica de abril a junio y de octubre a diciembre, coincidiendo con los máximos picos de abundancia del camarón rojo y de roca (Soto *et al.*, 1991).

Tabla 2. Total anual del número de barcos activos que operaron hasta 1991 en Contoy.

Año	Barcos de Q. Roó	Barcos foráneos	Total
1980	15	sin registros	15
1981	18	sin registros	18
1982	18	sin registros	18
1983	18	sin registros	18
1984	21	35	56
1985	30	16	46
1986	21	sin registros	21
1987	35	sin registros	35
1988	32	sin registros	32
1989	26	31	57
1990	21	6	27
1991	17	1	18

La mayor captura de camarón rojo se obtiene en los meses de mayo y junio, mientras que el camarón de roca alcanza su mayor producción de septiembre a enero

Las unidades de producción que operan hoy en día son aproximadamente 26 embarcaciones con una tripulación de alrededor de seis pescadores cada una. Hay cuatro cooperativas de producción pesquera en el Mar Caribe: “Boca Iglesias”, “Camaroneros del Caribe”, “Felipe Amaro Santana” y “Empacadora Romeo”.

La flota camaronera local, ha operado con una baja eficiencia productiva, comparado con otras flotas del Golfo de México. De 1980 a 1990, trabajó un promedio de 6.8 días de pesca/barco/mes. Pero en 1990 el promedio de días trabajados fue sólo de 5.7 barco/mes debido al mal estado de las embarcaciones, la escasez de créditos para reparaciones y la inadecuada administración de los mismos. En 1992 y 1993 las cooperativas pesqueras elevaron de manera significativa su esfuerzo hasta 15 días pesca/barco/mes (Soto et al., 1991).

τ Pesca incidental

Cuando en 1992 Estados Unidos amenazaba con imponer un embargo a las exportaciones de camarón, la flota mexicana introdujo un aditamento en las redes, colocado entre el cuerpo y copo denominado Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET). Los DET favorecen el escape de las tortugas marinas pero propicia 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 mostrarán algunos aspectos particulares de cada zona.

En 1992 México inició la instalación de los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET) en las redes camaroneras para evitar la captura incidental de tortugas marinas. Un año más tarde toda la flota camaronera registrada en el Golfo de México contaba con este dispositivo



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 las especies comerciales desaprovechadas, como el lenguado (menores de 140 mm) y el huachinango (menores a 90 mm) o como en el caso de los crustáceos que, aunque pueden ser comerciales, son muy frágiles y en el traslado pierden la calidad que el mercado les exige.

Dentro de la Fauna de Acompañamiento del Camarón se encuentran peces, crustáceos, moluscos y equinodermos, que en muchas ocasiones son comercialmente desaprovechadas

tiene a *Syacium sp.* (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 sp.* (jaibas y cangrejos). Entre los moluscos son abundantes los calamares y de los equinodermos las estrellas de mar.

Sonda de Campeche

En la pesquería de altamar de la Sonda de Campeche, la FAC se compone de géneros de peces como *Syacium*, *Eucinostomus*, *Synodus*, *Trachurus*, *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. La FAC estuvo dominada por *Callinectes similis*, *Stellifer sp.*, *Symphurus sp.*, *Cynoscion arenarius*, *Trichiurus lepturus*, *Arius tetis* y *Bagre marinus* (Núñez y Wakida, 1997).

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

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 abril 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.

En la pesquería del camarón siete barbas, la proporción de FAC capturado es más alta en relación con el camarón (de 1.8 a 3.5 kg de FAC por kg de camarón)

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, que en las embarcaciones de Quintana Roó es principalmente de tipo suave.

τ Interacción con otras pesquerías

La pesquería de camarón que se realiza en el Golfo de México es secuencial, con una captura industrial en altamar, formada por individuos en su fase preadulto y adulto y una captura artesanal basada en juveniles, que se realiza en aguas protegidas (esteros y lagunas).

Dado que el camarón preadulto y adulto se captura en altamar por la flota industrial y que la flota artesanal captura organismos juveniles en aguas protegidas, existe inconformidad por el sector industrial ya que considera que su producción disminuye por el número de juveniles capturados a nivel artesanal

El hecho de que en ciertas fases de su ciclo de vida dos o más especies compartan las mismas áreas ha motivado conflictos entre los usuarios y problemas para efectuar una vigilancia efectiva para el cumplimiento de las medidas de manejo. Además cuando dos diferentes flotas comparten un mismo recurso pero en diferentes grados de desarrollo también se generan problemas sociales. Por ejemplo, el sector industrial considera que una causa importante en la merma en su producción es la captura de juveniles por parte de los pescadores artesanales.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura pesquera

Tamaulipas-Veracruz

Existen 15 plantas maquiladoras de camarón en el puerto de Tampico que cuentan con muelle para la recepción de productos pesqueros. De éstas, siete exportan a Estados Unidos camarón de línea que es maquilado en 10 categorías dependiendo de su talla y peso (U/10, 10/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 36/42, 43/50, 51/65, y 66/Over).

De las 15 plantas maquiladoras en Tampico, siete exportan camarón de línea a E.U. (congelado sin cabeza, pelado y desvenado y empaquetado en cajas de 5 lb), maquilado en 10 categorías de acuerdo a su talla y peso

La presentación del camarón de línea es congelado sin cabeza, pelado y desvenado, empacado en cajas de cinco libras para su exportación. Esta la realizan en trailer *thermo king* con una duración aproximada de 10 horas de viaje.



Otras dos plantas exportan camarón a Estados Unidos y Europa, a éste último lugar lo envían en contenedores a -18 °C con duración de 30 días de viaje aproximadamente y en presentación entero con cabeza, en cajas de uno y dos kilogramos.



El camarón conocido como “pacotilla” es el más chico y no entra en las categorías comerciales internacionales, su mercado es a nivel local y nacional.

El camarón para exportación maquilado en Tampico, ha variado significativamente en los últimos doce años. De 1977 a 1982 entre el 50 y 88% del camarón fue capturado frente a las costas de Tamaulipas. A partir de 1983 y más notable desde 1988, el camarón maquilado sólo es entre el 7 y el 46% del total capturado, el resto del producto es comercializado en el mercado nacional (Castro *et al.*, 1995). Además de la maquila para exportación del camarón de altamar, se realiza también la de dos granjas camaronerías que existen en Tamaulipas.

Por su talla chica, el camarón “pacotilla”, se comercializa únicamente a nivel local y nacional

En los poblados de la Laguna Madre, Tamps., existen “recibas” de camarón en San Fernando (Carbonera, Punta de Piedra, Punta de Alambre, Carbajal), Matamoros (Mezquital) y Soto la Marina. En Tamaulipas existen alrededor de 22 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) y tres Sociedades de Solidaridad Social (SSS). En el norte de Veracruz existen alrededor de 10 SCPP.

Además existen “recibas” de camarón de las cooperativas ya mencionadas en los poblados de la Laguna Madre, Tamps. y en Laguna de Tamiahua existen dos.

Sonda de Campeche

En Cd. del Carmen, Camp. existen seis plantas maquiladoras de camarón, pero sólo cinco están en operación actualmente; tres de ellas pertenecen al sector privado y dos al sector cooperativista. Además se encuentra un puerto pesquero con tres dársenas para la pesca de altura.

En el puerto de Campeche existen siete plantas maquiladoras con capacidad para clasificar de una a cuatro toneladas por hora de camarón en banda y de dos a ocho toneladas por día. Si operan doble turno, algunas pueden seleccionar hasta 14 t por día.



Con respecto a la pesquería de camarón siete barbas, la gran mayoría de las lanchas que participaron en la pesca de fomento de 1994 a 1997 tienen como puerto base Cd. del Carmen y normalmente realizan un sólo viaje por día, salvo en los meses en los que se efectúan las “arribazones”. Estas son migraciones masivas de camarón hacia la zona costera asociadas con los nortes o tormentas de invierno. Durante este tiempo los camaroneros realizan hasta dos viajes diarios, aunque siempre cerca de la costa (Núñez y Wakida, 1997).

Lo anterior significa que por razones de costos la mayor presión de pesca no se ejerce sobre las mayores concentraciones de la población por encontrarse en zonas más alejadas.



En la pesquería del siete barbas no se 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 o bidones para gasolina. Incluso a veces funcionan también como oficina. Los embarcaderos consisten en un área de la playa con pilotes para amarrar las lanchas, donde también se realiza descabezado de camarón; además reciben y pesan la captura. Algunas agrupaciones cuentan con energía eléctrica y agua en sus instalaciones, pero ninguna tiene bodegas frigoríficas.

Contoy

El área de operaciones de la flota camaronera en el Caribe mexicano (Isla Mujeres, Puerto Juárez, Puerto Morelos, Chetumal, Tulum y Cancún en Q. Roó) da lugar a 12 plantas procesadoras (congelado). La capacidad conjunta de procesamiento de estas plantas es de 172.5 t al día.

Tabla 3. Precios de camarón por categoría -en dólares- (Octubre de 1995 y 15 de diciembre de 1996).

PRECIOS COMPARATIVOS: Venta al por mayor				
	Blanco Mexicano		Blanco Norteamericano	
Talla	6/12/96	12/12/95	6/12/96	15/12/96
U/15	9.50	9.40	9.50	9.50
16/20	8.40	8.80	8.40	8.40
21/25	7.50	7.50	7.50	7.50
26/30	6.70	6.30	6.60	6.30
31/35	6.10	4.95	5.65	4.75
36/40	5.40	4.65	5.00	4.70
41/50	4.80	3.95		3.85
51/60	4.20	3.35		
61/70	3.80	3.15		
71/90	3.20	2.90		
91/110	2.60	2.50		

A partir del último trimestre de 1996, la oferta del camarón a disminuido provocando que el precio del producto en el mercado norteamericano haya tendido a la alza

τ Indicadores económicos

Los precios de venta del camarón en el mercado norteamericano han presentado una tendencia a la alza en todas las especies y tallas desde mediados de octubre de 1996. Este incremento obedece a la baja oferta de producto, más que a un incremento en la demanda. En los precios al 15 de diciembre de 1996, la mayoría son superiores al año pasado en la misma fecha (Tabla 3).

La captura de camarón que no es maquilada (para exportación) se distribuye a nivel nacional y las tallas más pequeñas se encuentran en el mercado local. Se considera que 3,000 empleos directos aproximados son generados por la pesquería de camarón y que existe la misma cantidad en empleos indirectos.



El cultivo produce tallas medianas de camarón entre 18 y 25 gramos (26/30 a 36/40, aproximadamente) lo que tiende a hacer bajar el precio de esas tallas. La producción anual de camarón de acuacultura en 1995 fue de 15,867 toneladas, este año se estima será un 30% inferior a la del año pasado (SEMARNAP, 1996).

La pesquería de camarón, como otras, no sólo genera empleos en el área de captura. Por ejemplo, en el puerto de Campeche las plantas procesadoras proporcionan empleo a 155 oficinistas (incluyendo intendentes y veladores), 280 obreros de base y 216 eventuales. Por otra parte, la flota de este puerto emplea a 547 pescadores cooperativados y 214 contratados por los particulares.

En la pesquería de camarón siete

En la pesquería de Contoy, la especie más importante desde el punto de vista económico es el camarón rojo ya que un kilogramo de esta especie se cotiza en \$80.00 M.N. (camarón de línea) y \$45.00 M.N. (camarón de pacotilla); mientras que el camarón de roca tiene un valor aproximado de \$40.00 M.N. (camarón sin cabeza, vendido directamente a las plantas procesadoras). Las plantas procesadoras en esta zona dan empleo permanente a 102 personas y eventual a

Tabla 4. Periodos de veda para camarón en el litoral del Golfo de México y mar Caribe 1993-1997 (fuente: Diario Oficial de la Federación)

	año	alta mar	aguas protegidas
Los pes nes y t experien den en c y la otra partes i (después aceite la mo viaje	1993	a) 30 mayo - 15 julio; desembocadura del río Bravo al río Grijalva	a) 30 mayo - 31 julio; lagunas y estuarios de Tamaulipas a Tabasco
		b) 30 mayo - septiembre; de la costa a las 15 millas entre el río Grijalva y Puerto Progreso	
		c) 15 junio - septiembre; de la costa a las 15 millas entre Puerto Progreso y la frontera con Belice	
Las repi pesca lo impuesto y pago (c comprac de la cap una cuo entregac dueños (	1994	a) 25 mayo - 31 julio; desembocadura del río Bravo al río Grijalva	a) 15 junio - 31 julio; lagunas y estuarios de Tamaulipas a Tabasco
		b) 15 agosto -30 septiembre; de la costa a las 15 millas entre el río Grijalva y la frontera con Belice	
	1995	a) 3 mayo - 15 julio; Tamaulipas y Veracruz	a) 3 mayo - 12 julio; lagunas y estuarios de Tamaulipas a Tabasco
		b) agosto - septiembre; de la costa a las 15 millas entre el río Grijalva y la frontera con Belice	
	1996	a) 23 mayo - 31 julio; Tamaulipas y Veracruz	a) 5 junio - 21 julio; lagunas y estuarios de Tamaulipas a Tabasco
		b) 1º agosto - 15 noviembre; Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo	b) veda por tiempo indefinido a la Laguna de Términos
	1997	a) 15 mayo - 31 julio; Tamaulipas, Veracruz y Tabasco	a) 28 mayo - 11 julio; lagunas y estuarios de Tamaulipas a Tabasco
		b) 25 abril - 5 noviembre; franja costera de cero a 15 millas desde isla Aguada, Campeche hasta la frontera con Belice	b) veda por tiempo indefinido a la Laguna de Términos
		c) 1º agosto - 15 noviembre;	c) 26 agosto - noviembre; sistemas lagunares y estuarinos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo

Tamaulipas-Veracruz

En altamar el camarón café se captura a lo largo del año con dos periodos de máxima abundancia comprendidos de mayo 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). El reclutamiento del camarón a las pesquerías de laguna y altamar se lleva a cabo durante un corto periodo de mayo a agosto cada año.



En el año de 1974, se instrumentó en altamar una veda por 45 días en las costas de Tamaulipas. Castro (1976) indica 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.

A partir de 1993 se retomó el empleo de vedas como instrumento de administración tanto en laguna como en altamar. Ésta se ha implantado durante los meses de junio y julio principalmente, con el fin de regular la sobrepesca del crecimiento y permitir la migración de juveniles de la laguna hacia el mar. En esos años se capturó en promedio el 36% de

camarón en laguna (4,302 t) y 64% en altamar (7,626 t).



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 incremento de 48 a 64%. En los años anteriores al uso de vedas (1987 a 1992) se capturó 52% de camarón en la laguna (5,203 t) y 48% en altamar (4,830 t) anualmente en promedio.

Desde 1993 se ha establecido un periodo de veda de 45 a 68 días en los meses de junio y julio principalmente

Las áreas vedadas son: de la desembocadura del Río Bravo en Tamaulipas, hasta la desembocadura del Río Tonalá, ubicado en los límites de los estados de Veracruz y Tabasco. Y desde este punto siguiendo una línea imaginaria con rumbo al Norte, trazado sobre los 94°08'00" de longitud Oeste hasta el limite de la ZEE.

El establecimiento de periodos de veda ha dado como resultado que en la época de captura, se obtengan organismos de mayores tallas, lo cual se refleja en la calidad y precio del producto

Sonda de Campeche

La pesca de camarón (cualquier especie) en las lagunas de Campeche está prohibida, especialmente en la Laguna de Términos que fue declarada Área Natural Protegida en 1995. Hay una veda espacial en la zona marina ya que sólo se permite la captura a profundidades mayores que cinco brazas y reservada para los barcos.

La captura de todas las especies de camarón en la Laguna de Términos está prohibida (fue declarada Área Natural Protegida en 1995), así como en el resto de las lagunas en Campeche

La aplicación de medidas de reglamentación para la pesquería de alta-mar se inició en 1993, cuando se aplicaron vedas por zonas en el Golfo de México.



Las vedas en la Sonda de Campeche han sido ubicadas entre agosto y noviembre, tratando de proteger la reproducción y el reclutamiento de las principales especies de camarón.

La pesca comercial del camarón siete barbas inició en noviembre de 1997 después de que los estudios efec-

tuados por el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Ciudad del Carmen demostraron que sí era factible.

Esta pesquería se autorizó para la zona comprendida entre Playa Bahamitas en Isla del Carmen, la desembocadura del río Grijalva y la isobata de las cinco brazas, considerando las características de distribución y concentración del recurso.

Además se estableció que la pesca del camarón siete barbas se efectuará entre noviembre y abril, para proteger a la población durante su época principal de reproducción y reclutamiento. Con esto se evitan los porcentajes de incidencia de camarón blanco durante mayo a octubre.

Los equipos permitidos para su pesca son embarcaciones menores con motor fuera de borda y redes de arrastre de fondo, como las utilizadas tradicionalmente en la zona costera de profundidades menores a cinco brazas.

Contoy

Las vedas comenzaron en el área de Contoy a partir de 1994. Pero éstas se instrumentan simultáneamente a las fechas de veda de la Sonda de Campeche a fin de evitar el desplazamiento de su flota camaronera hacia aguas de Quintana Roó. La veda de 1994 tuvo una duración de 45 días (1º de agosto al 15 de septiembre), en 1995 duró dos meses (agosto y septiembre), en 1996 duró tres meses y medio (del 1º de agosto al 15 de noviembre) y en 1997 se aplicó durante agosto y septiembre. La veda tiene como objetivo proteger el mayor reclutamiento de camarón

de roca a altamar y secundariamente a un pico de reclutamiento de menor magnitud (septiembre) del camarón rojo (Anónimo, 1995; Aguilar *et al.*, 1996; Sandoval, 1996b).

En 1994 se aplicó el primer periodo de veda en Contoy, su duración fue de 45 días a partir del 1º de agosto al 15 de septiembre. La temporada de veda de 1995 abarcó los dos meses, mientras que en 1996 fue del 1º de agosto al 15 de noviembre. En 1997 fue de dos meses, nuevamente

que la reproducción del camarón se presenta durante todo el año, existen periodos del año en los cuales el reclutamiento es mucho más importante que en otros. De esos eventos de reclutamiento surgen las cohortes (o generaciones) que aportan la mayor parte de la captura del año (arriba del 50-60%) y determinan tanto la distribución del esfuerzo de pesca en el año como las estrategias de administración.

El enfoque de los modelos estructurados por edades empleados en la simulación de la pesquería han probado ser provechosos en la evaluación de las estrategias de administración de las pesquerías de camarón y en la comprensión de sus mecanismos poblacionales.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

En la *tabla 5* se presenta parte de la información disponible sobre las especies de camarón del Golfo de México de mayor importancia comercial.

τ Modelo

Como se ha mencionado, los camarones peneidos tienen un ciclo de vida corto. Esto implica que las tasas de sus eventos vitales son altas, es decir, su crecimiento es rápido y su mortalidad natural elevada. Como también se ha mencionado, las diferentes etapas del ciclo de vida son sometidas a pesquerías distintas, con magnitud del esfuerzo, selectividad de los artes de pesca y periodos de captura propios. Adicionalmente, aun-

Modelos estructurados por edades

En los últimos años se ha empleado varias veces esta metodología en las pesquerías de camarón de varias partes del mundo (Somers, 1985; Watson y Restrepo, 1995; Somers y Wang, 1997). Este tipo de modelos ha sido empleado en el Instituto Nacional de la Pesca, para determinar las fechas más convenientes de inicio y terminación de los periodos de veda, de acuerdo con los objetivos de administración de la pesquería.

Tabla 5.- Información disponible de camarón café, blanco y rosado

a) Camarón café	Chávez (1973)	Castro (1982)	Castro y Arreguín Sánchez (1991)
Peso-Longitud			
a		0.000008346	
b		3	
Crecimiento			
L_{∞} (mm)	207	hembras 226.4 machos 182.3	228.7
W_{∞} (g)	70	hembras 100.1 machos 48.0	67.2
K	0.190	hembras 0.143 machos 0.280	0.1625
t_0	-.0872	hembras 0.067 machos 0.515	0.154
Mortalidad			
M		hembras 0.511 machos 0.598	0.479
F		hembras 0.108 machos 0.558	0.517
q			0.0016
$E = F/Z(1 - e^{-Z})$		hembras 0.080 machos 0.317	0.3256
b) Camarón rosado	Guzmán (1987)	Alarcón (1989)	Uribe Martínez et al. (1996)
Peso-Longitud			
a			0.00000347
b			3.183758682
Crecimiento			
L_{∞} (mm)	225	216	221
K	3.21	2.86	2.7
t_0	0.2605	0.3045	
Mortalidad			
M	4.7		4.11
F	7.6		8.6
c) Camarón blanco	Schultz y Chávez (1976)	Gracia (1989)	
Crecimiento			
L_{∞} (mm)	210 (machos) 223 (hembras)	197 (machos) 215 (hembras)	
W_{∞} (g)	84.4 (machos) 101.5 (hembras)	67.6 (machos) 90.5 (hembras)	
K	0.2264 (machos) 0.1833 (hembras)	0.2279 (machos) 0.1957 (hembras)	
t_0	0.3273 (machos) 0.2545 (hembras)	0.4396 (machos) 0.5026 (hembras)	
Mortalidad			
M	0.208	0.250	
F	0.0704	0.3160	
q	0.0001725	0.000015	

Usualmente, por simplicidad se asume la aparición de una cohorte por mes, aunque es posible el utilizar periodos menores. El patrón de reclutamiento anual se obtiene con base en datos de capturas comerciales y frecuencias de tallas por diferentes métodos, como el propuesto por Pauly (1984a, 1987) o por ajustes no lineales con rutinas de minimización.



El crecimiento en longitud de los individuos de las cohortes simuladas se calcula usando la ecuación de von Bertalanffy (Ricker, 1975; Pauly, 1984b):

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{(-K(t-T_0))})$$

donde:

L_t = longitud a la edad t

K = coeficiente de crecimiento

L_{∞} = asíntota de los valores de L_t

T_0 = edad teórica a la cual el individuo tendría longitud 0, si su crecimiento fuera siempre descrito por esta ecuación. (en general debe ser negativo, Pauly, 1984b).

e = base de los logaritmos naturales.



Se convierte a peso, por medio de la relación peso-longitud :

$$W_t = aL_t^{-b}$$

donde:

L_t = longitud a la edad t

W_t = peso a la edad t

a y b = constantes

El número de organismos a la edad t se calcula por medio de la fórmula:

$$N_t = N_{t-1} e^{-(F_{art\ t} + F_{am\ t}) + M}$$

donde:

N_t = número de organismos a la edad t

N_{t-1} = número de organismos a la edad $t-1$

$F_{art\ t}$ = coeficiente de mortalidad por pesca ocasionada por la pesquería artesanal en el tiempo t

$F_{am\ t}$ = coeficiente de mortalidad por pesca ocasionada por la pesquería de alta mar en el tiempo t

M_t = coeficiente de mortalidad natural en el tiempo t

e = base de los logaritmos naturales

Aunque se asume un coeficiente de mortalidad natural constante, el modelo permite usar un valor diferente del mismo para cada tiempo t .

La captura por pesquería, en número de individuos, se calcula con la ecuación:

$$C_t = N_t F$$

donde:

C_t = captura en número de organismos de la edad t

N_t = número de organismos a la edad t

F_t = coeficiente de mortalidad por pesca ocasionada por la pesquería en el tiempo t

Esta captura en número de individuos se convierte a captura en peso multiplicándola por el peso para cada edad.

La mortalidad por pesca se relaciona con el esfuerzo (previo a la inclusión de la selectividad) por medio de la expresión:

$$F = q f_t$$

donde:

f = esfuerzo pesquero al tiempo t

q = coeficiente de capturabilidad (la fracción de la población que es capturada por cada unidad de esfuerzo)

La selectividad de los artes de pesca se puede expresar, según su tipo, con diferentes expresiones, por ejemplo, una red de arrastre tendrá una curva de selectividad logística:

$$P = 1/(1 + e^{-r(Lt - L_c)})$$

donde:

P = probabilidad de captura

r = parámetro de curvatura

L_c = límite inferior de la clase de longitud más alta considerada

La mortalidad por pesca al incluir la selectividad de cada arte de pesca se convierte en:

$$F = Pq f_t$$

La captura total por mes se obtiene con la ecuación:

$$C_m = \sum C_t W_t$$

donde:

C_m = captura de todas las edades en el mes m

De esta forma se puede obtener la distribución de frecuencia de tallas en las capturas. Ésta se puede expresar de manera determinística o como distribución probabilística. Con datos sobre el precio del producto por categoría comercial se puede evaluar el valor económico total de la captura.

Con el modelo básico anterior se pueden simular diferentes escenarios de administración como varias opciones de inicio y fin de temporadas de veda, restricciones al esfuerzo por pesquería, o modificaciones de la selectividad de los artes de pesca.



El uso y validación del modelo incluye pasos como el análisis de sensibilidad (para evaluar la variación del resultado de interés con variaciones en los parámetros de entrada). También se analiza la relación entre los parámetros empleados en el modelo. Ambos procedimientos se llevan a cabo para evaluar el efecto de asumir un valor específico de uno o varios parámetros sobre el resultado final.



El modelo básico se puede modificar de diferentes maneras. Por ejemplo, se pueden dar valores específicos de mortalidad natural, u otros parámetros, para cada edad. El ajuste de los parámetros puede incluir perfiles de la medida de bondad de ajuste o procedimientos *bayesianos* para evaluar la incertidumbre en las estimaciones de parámetros del modelo o en las predicciones hechas con él.

Como ejemplo de aplicación de esta metodología tenemos la evaluación de los posibles escenarios de veda en la pesquería de camarón café de Tamaulipas-Veracruz en 1997 y de camarón blanco y rosado en la Sonda de Campeche. El punto de referencia elegido es la producción total, expresada en forma relativa, sin la implantación de la veda. Este escenario base se ajustó al promedio de los años anteriores al establecimiento de

la veda, y se utilizó como patrón de estandarización de los resultados igualándolo a la unidad.

Las capturas simuladas bajo los diferentes escenarios se expresaron de forma relativa al escenario base. De esta manera, un resultado de 1.2 significa que, en condiciones promedio, se esperaría un aumento de la producción total de alrededor de 20%.



En el caso de la Sonda de Campeche, las capturas simuladas bajo los diferentes escenarios se expresaron de forma relativa al escenario base con una distribución de probabilidad. Como uno de los objetivos en esta zona era evaluar los posibles resultados de la veda en cuanto al aumento de la producción, se asumió una distribución de probabilidad para la mortalidad natural (M). Este parámetro es el principal determinante del número de animales durante el periodo de veda y, por ende, tiene una gran influencia en los resultados de los diferentes escenarios.

Entre los parámetros de los modelos para pesquerías, la mortalidad natural ha sido tradicionalmente uno de los más difíciles de estimar (Bax, 1994).

Se efectuó un análisis de estimaciones de mortalidad natural (M) y del parámetro de crecimiento de von Bertalanffy (K) en 34 stocks de camarón de varias partes del mundo (Cheng, 1984; Lhomme y Garcia, 1984; Mathews y Al-Hosseini, 1984; Mathews *et al.*, 1984; Pauly *et al.*,

1984; Rotschild y Brunnenmeister, 1984; von Zalinge, 1984; Dwipongo, 1986; Jayakody y Costa, 1988). Se ajustó la distribución de probabilidad de la relación M/K , la cual mostró tener una varianza menor (alrededor de la mitad) que la de K o M por separado y en general coincide con lo presentado por Bax (1994).

Con base en la distribución de M/K se obtuvo la distribución de probabilidad de las proyecciones de captura total bajo los diferentes escenarios de veda considerados. Por medio de la distribución acumulada para cada escenario se obtuvo la probabilidad de aumento de la captura sobre el punto de referencia.



Se obtuvo también la distribución de tallas en la captura simulada bajo los diferentes escenarios para compararla con las de las capturas reales, antes y después del establecimiento de la veda. Con base en esa distribución de frecuencias y los precios por categoría comercial se calculó el valor económico bruto de la captura para diferentes opciones de fecha de inicio de la temporada de pesca.

Tamaulipas-Veracruz

Para camarón café las condiciones iniciales de la población fueron estimadas a partir del estado actual

de la población, es decir, a semejanza del análisis de la población virtual se determinaron las condiciones generales que produjeron el estado actual del sistema biológico-pesquero. El reclutamiento de la pesquería a lo largo de un año se asumió como una constante, sin embargo, se distribuye a través del tiempo de acuerdo con el patrón de reclutamiento que se ha observado en esta zona.

Para validar el modelo se utilizó el estadístico no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov y se compararon los datos observados de captura de la flota de altamar (Fig. 12) y de lagunas (Fig. 13) con la simulación del modelo. Se contaba con información de captura y esfuerzo en altamar y laguna para una serie histórica de 31 y 30 quincenas, respectivamente. En altamar del 1º de enero de 1995 al 31 de marzo de 1996, y en la Laguna Madre del 1º de enero de 1995 al 15 de marzo de 1996. El esfuerzo pesquero de la flota industrial se midió en el número de viajes que realizó en cada quincena.

En el caso de la laguna, el esfuerzo se midió en el número de charangas por día, el cual se estimó en forma indirecta de la captura reportada en la región y los resultados de los muestreos sistemáticos que se realizaron por personal del CRIP Tampico.

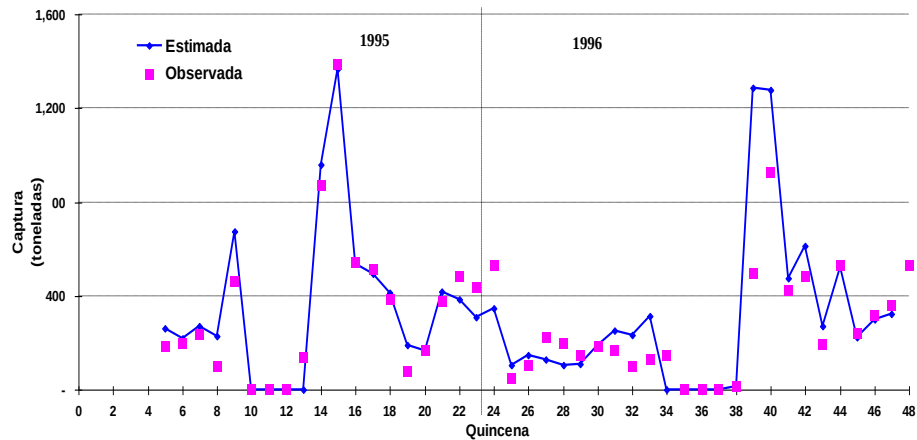


Fig. 12. Ajuste del modelo a datos de captura de camarón café en altamar en Tamaulipas 1995-96

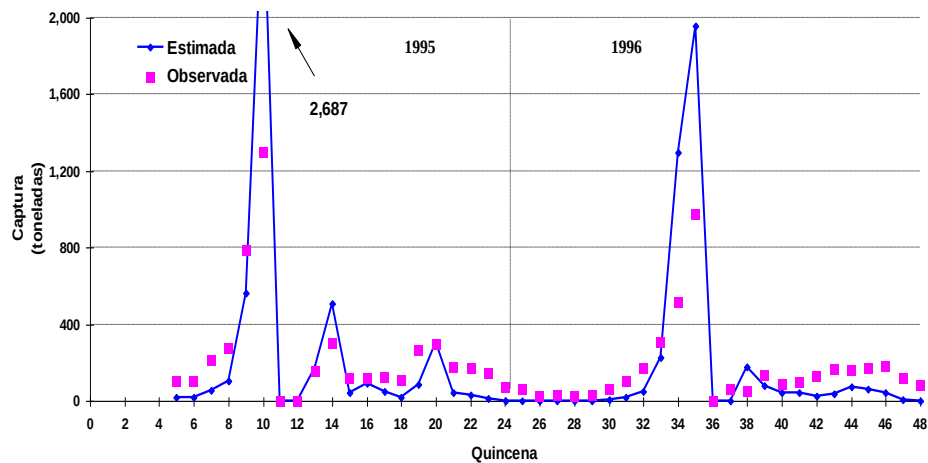


Fig. 13. Ajuste del modelo a datos de captura de camarón café en lagunas en Tamaulipas 1995-96



La *tabla 6* muestra los resultados de las simulaciones bajo los diferentes escenarios considerados para la veda en el área de Tamaulipas-Veracruz. En todos los casos se obtiene una mayor captura relativa.

Los resultados no deben considerarse como una predicción del nivel absoluto de captura debido a las variaciones del reclutamiento que, año con año, ocurren de forma aleatoria (Castro y Arreguín-Sánchez, 1997).



Tabla 6. Resultados de las simulaciones efectuadas para la pesquería de camarón café en Tamaulipas-Veracruz en 1997, expresadas en captura relativa.

	LAGUNA		MAR		CAPTURA RELATIVA
	inicio	término	inicio	término	
ESCENARIO 1 (BASE)	SIN VEDA		SIN VEDA		1.00
ESCENARIO 2	15-mayo	15-julio	15-mayo	15-julio	1.09
ESCENARIO 3	15-mayo	31-julio	15-mayo	31-julio	1.11
ESCENARIO 4	15-junio	31-julio	15-junio	15-agosto	1.03
ESCENARIO 5	1-junio	31-julio	1-junio	31-julio	1.07
ESCENARIO 6	1-junio	15-julio	15-mayo	15-julio	1.06
ESCENARIO 7	1-junio	15-julio	1-junio	15-julio	1.06
ESCENARIO 8	1-junio	15-julio	15-mayo	31-julio	1.05

Tabla 7. Probabilidad de aumento de las capturas totales por especie en la Sonda de Campeche según simulaciones bajo diferentes escenarios.

ESCENARIO	ESPECIE	
	rosado	blanco
agosto - septiembre	0.23	0.47
agosto - 15 de octubre	0.20	0.42
agosto - 30 de octubre	0.18	0.41
agosto - 9 de noviembre	0.14	0.41
agosto - 15 de noviembre	0.15	0.39
julio - 30 de octubre	0.13	0.41
septiembre - 15 de noviembre	0.23	0.42
septiembre - octubre	0.28	0.45
julio - 15 de septiembre	0.24	0.46

Esas variaciones interanuales del reclutamiento han sido tradicionalmente un problema en la predicción a largo plazo (DeLancey *et al.*, 1994; García 1985, 1996) y un aspecto que está siendo abordado al presente en el INP.

Sonda de Campeche

En la *tabla 7* se muestran los resultados de probabilidad de aumento de las capturas en la Sonda de Campeche, bajo los diferentes escenarios de veda.

El camarón blanco presenta probabilidades considerables para tener aumentos en la captura total. Mien-

tras que el camarón rosado tiene probabilidades más bajas por presentarse el periodo de reclutamiento más importante del año durante el periodo de veda.

De la simulación de frecuencia de tallas en la captura de la Sonda de Campeche se predice que en el escenario de veda del 1º de agosto al 9 de noviembre (en el nivel más probable de la relación M/K), para camarón blanco, la proporción de la categoría comercial 10/14 debería de aumentar 3.7 veces sobre el nivel previo a la veda contra 3.3 veces el valor real observado. Para la misma especie, el modelo predice que la proporción de la categoría 31/40 debe disminuir hasta 0.62 veces el valor del escenario sin veda, el valor observado fue de 0.53.

Para el camarón rosado, la proporción de la categoría 10/14 aumen-

taría 2.43 veces según la predicción del modelo. El valor observado (promedio de 1992 a 1995) fue de 2.29.

En la *tabla 8* se presenta el valor económico relativo para las capturas de camarón blanco y rosado de acuerdo con las diferentes opciones de fechas de inicio de temporada.



Los resultados muestran que, en condiciones promedio de 1997, el valor económico óptimo se obtiene para ambas especies iniciando la temporada el mes de noviembre. Lo anterior implica que el establecimiento de la veda, aunque pudiera

Tabla 8. Valor económico relativo para las capturas de camarón de acuerdo con las diferentes opciones de fechas de inicio de temporada.

Fecha de Inicio de Temporada de Pesca	ESPECIE	
	Rosado	Blanco
22 octubre	0.61	0.65
29 octubre	0.76	0.80
4 noviembre	0.79	0.82
11 noviembre	0.96	0.99
18 noviembre	0.97	0.99
25 noviembre	0.98	1.00
2 diciembre	0.99	0.98
9 diciembre	1.00	0.96
16 diciembre	0.99	0.95

resultar en pequeñas reducciones o en estabilización de las capturas totales, tiene como consecuencia un aumento en la proporción de tallas grandes, con el consiguiente incremento en el valor económico intrínseco de la captura.

Contoy

Se utilizó un modelo estructurado por edades, similar al utilizado en las otras dos zonas. Mediante datos de captura y esfuerzo, se calcularon las capturas esperadas bajo condiciones de explotación similares a las de la última temporada de pesca.

El periodo de veda actual que corresponde a los meses de agosto y septiembre, fue considerado el escenario base y la captura obtenida en él como el punto de referencia.

Los escenarios propuestos para el análisis del efecto de la veda sobre las capturas esperadas se plantearon con respecto a la principal entrada de reclutas a la zona de pesca. Se piensa que ésta ocurre durante los meses de febrero y marzo (Soto, 1992; Porras *et al.*, 1994), con la finalidad de evitar la sobrepesca de crecimiento. Además, se tomaron en cuenta los meses en que se presenta la máxima actividad reproductiva de la población, esto es, durante los meses de marzo y abril (Sandoval, 1996a), con lo cual se permitiría que el desove de hembras maduras se lleve a cabo.

En la *figura 14* se observa el ajuste del modelo con respecto a las tendencias entre las capturas observadas y las estimadas. En algunos meses de la serie de tiempo, principalmente en los años en que se ha implementado un periodo de veda

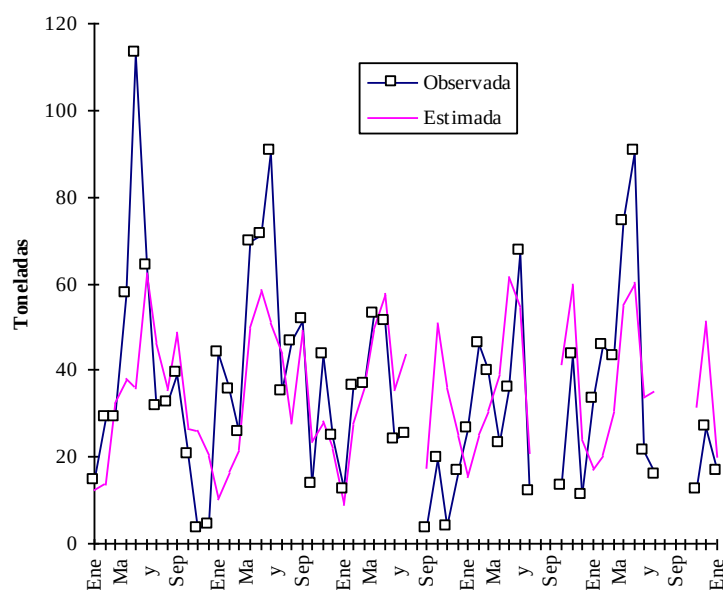


Fig. 14. Ajuste del modelo a datos de captura de camarón rojo.

(1994 a 1996) como una medida de reducción del esfuerzo pesquero, las capturas obtenidas a través del modelo y para los primeros meses de apertura a la pesca parecen estar sobrestimadas.



Para el análisis de los escenarios de veda propuestos (Tabla 9), es importante volver a mencionar que la temporada de veda del camarón en la zona de estudio no corresponde a las características biológicas del camarón rojo, tales como el principal reclutamiento a la pesquería, el cual se presenta en los meses de febrero y marzo (Porrás *et al.*, 1994; Soto, 1994) o a la época de mayor actividad reproductiva de la población durante marzo y abril (Sandoval, 1996a).



Las fechas de veda para esta zona coinciden con las de la Sonda de Campeche para evitar el desplazamiento de ésta hacia el Caribe. En el estado de Quintana Roó se cuenta con menor área disponible para la pesca y, por lo tanto, se puede controlar en cierta forma el incremento del esfuerzo pesquero local. De no ser así, se puede llegar a la sobrexplotación de las especies que ahí habitan.

El principal criterio de decisión del escenario de veda más adecuado, fue el nivel de capturas estimadas

Tabla 9. Diferentes escenarios de veda para el camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*).

ESCENARIOS
Meses
Agosto y Septiembre (Base)
Base y Febrero
Base y Marzo
Base y Febrero, Marzo
Base y Marzo, Abril

para un periodo de pesca similar al de la última temporada de capturas, es decir, de octubre de 1996 a julio de 1997 y considerando en forma importante que se mantiene un esfuerzo pesquero en los mismos niveles, de tal forma que la tasa de explotación no se incrementa.



En la *figura 15* se observa que las capturas no varían significativamente entre los diferentes escenarios de veda y que se mantienen en un promedio de 375 t de camarón con cabeza.

Esto se relaciona, como se mencionó anteriormente, con los movimientos de la población fuera del área de captura para quedar fuera de la influencia de los artes pesca ya que la zona se encuentra rodeada de macizos coralinos y roca en la que no pueden operar las embarcaciones.

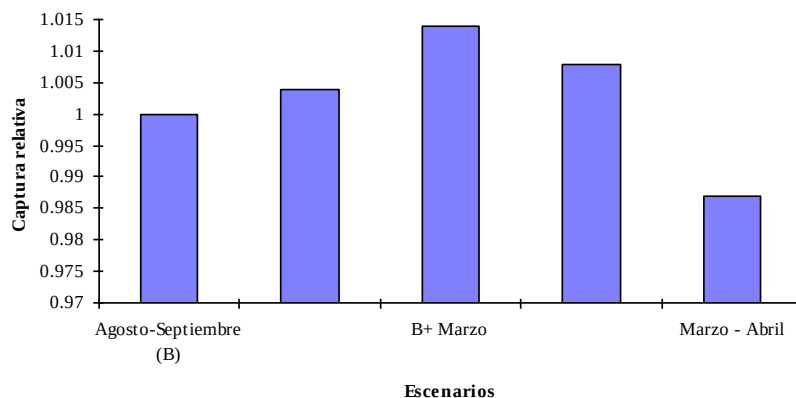


Fig. 15. Capturas estimadas del modelo en diferentes escenarios de veda con respecto a la última temporada (1996).

Con base en las capturas estimadas para toda una temporada de pesca, se puede decir que el periodo de veda aplicado en 1996 no tiene un efecto notable sobre el camarón rojo. Sin embargo, es necesario considerar otras características biológicas de la

especie para evitar que la población pierda capacidad de recuperación.

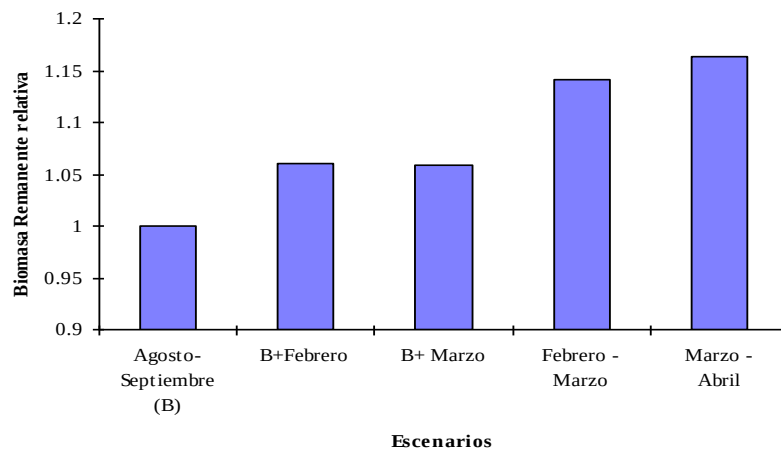


Fig. 16. Biomasa reproductora remanente para diferentes escenarios de veda con respecto a la última temporada (1996).

Un segundo criterio para la elección del mejor escenario de veda, fueron las estimaciones de la biomasa reproductora (Fig. 16), la cual aumenta aunque no en forma considerable, en cada escenario propuesto con respecto al base. El mayor valor de la biomasa reproductora remanente se obtiene en el escenario en el que además de no permitir la pesca

durante agosto y septiembre, también se incluyen los meses de marzo y abril con un aumento del 16% aproximadamente.

Este escenario es congruente con el hecho de que se protege a los individuos sexualmente más desarrollados para que logren reproducirse.

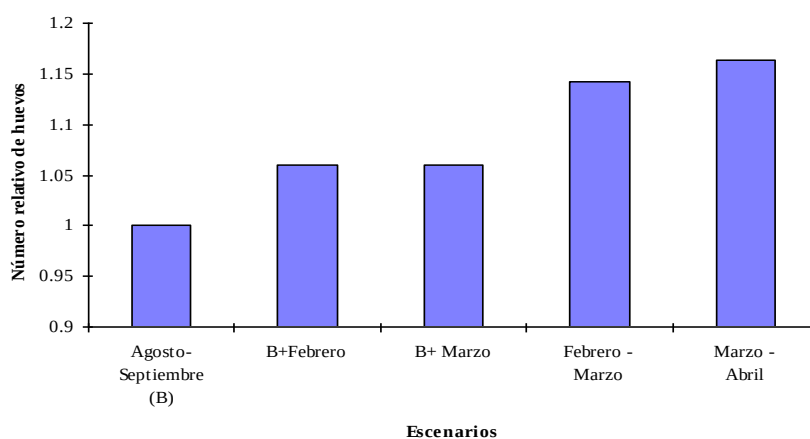


Fig. 17. Cantidad de huevos remanentes para diferentes escenarios de veda con respecto a la última temporada (1996).

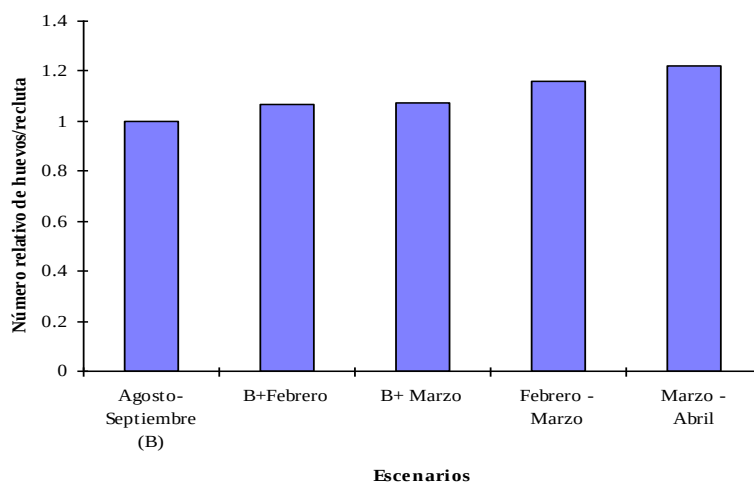


Fig. 18. No. de huevos promedio por recluta para diferentes escenarios de veda con respecto a la última temporada (1996).

En las *figuras 17 y 18* se muestran los cambios en la cantidad de huevos remanentes y el promedio de la producción de huevos por recluta respectivamente. En el mismo escenario en que se obtiene la mayor biomasa reproductora remanente, se aprecian los valores más altos de las estimaciones de los criterios antes mencionados.

En términos de porcentaje, la diferencia para ambos criterios con respecto al escenario base es del 22% de incremento.



El análisis anterior muestra que la veda más adecuada para el camarón rojo comprendería dos periodos: agosto y septiembre (como lo fue en 1997) y marzo y abril.

Con ese periodo de veda se podría esperar que la capacidad de recuperación de la población no fuera afectada por la pesca y que al menos las capturas se mantengan en niveles promedio. Mayores beneficios que en este escenario tal vez se pueden observar a mediano plazo, a causa de dos factores importantes:

1. El escenario propuesto evita la pesca por parte de flotas foráneas, especialmente del estado de Campeche, cuando éste también se encuentre cerrado a la pesca.

2. Porque se estaría protegiendo a la población de reproductores en la época en que se presenta la mayor actividad reproductiva.

Modelos de biomasa

Adicionalmente al análisis con modelos estructurados por edades, se aplicó un modelo dinámico de biomasa para todo el Golfo de México. Se incorporó un procedimiento de cálculo de la amplitud del intervalo de confianza (Mead *et al.*, 1993) para poder dar un rango, con su probabilidad asociada, a la estimación del número óptimo de embarcaciones.

Se probaron dos diferentes modelos (Schaeffer y Fox) y periodos de datos de captura y embarcaciones para el ajuste. Con datos de costo de operaciones de pesca y de precio del producto se estimó el número de embarcaciones que produciría el máximo rendimiento sostenible económico en todo el Golfo.

El resultado de número de barcos para todo el Golfo que representaría el número óptimo, desde el punto de vista de la Máxima Captura Sostenible (MRS) es de 779 con un límite inferior de confianza de 660 barcos y uno superior de 952 embarcaciones (Fig. 19). Debe aclararse que la probabilidad de que cualquiera de estos dos últimos valores sea el real es de sólo 0.025.

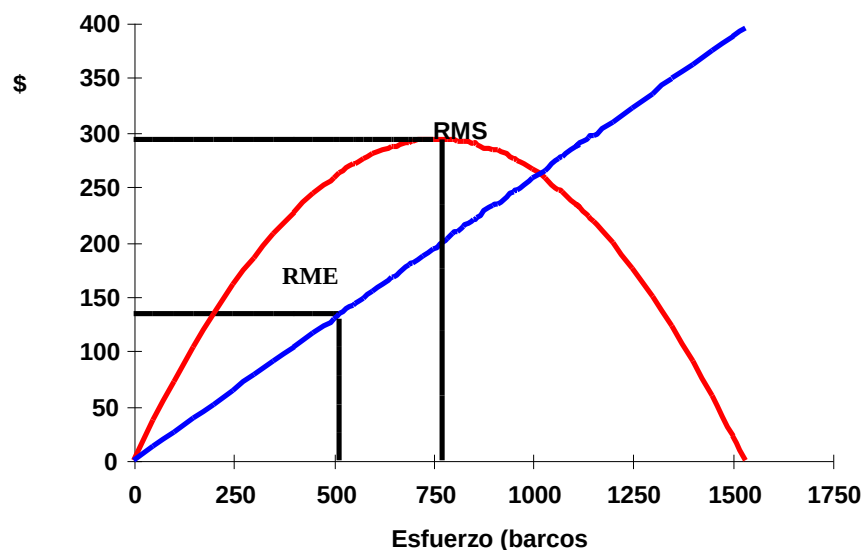


Fig. 19. Cálculo del número de barcos que produce el Máximo Rendimiento Económico (RME).

Pero el Máximo Rendimiento Económico agregado sería cercano a las 537 embarcaciones.

Estado actual de la pesquería de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe



Aunque las características de la operación de las flotas camaroneras en el Golfo de México amerita un estudio mucho más detallado, el resultado presentado aquí puede considerarse como una buena aproximación. Una evaluación económica de operación de diferente número de barcos en los niveles actuales de captura puede ser otra forma de abordar el problema y definir el grado en que una reducción del número de embarcaciones es ventajoso.

Tamaulipas-Veracruz

La pesquería de camarón del norte del Golfo de México se encuentra en niveles cercanos a los de aprovechamiento máximo. La estrategia a seguir es una de mantenimiento de la producción a largo plazo.

Sonda de Campeche

Los resultados de los estudios realizados y de los modelos aplicados confirman lo que se ha observado durante los últimos años: la pesquería de camarón de la Sonda de Campeche se ubica en niveles muy por debajo de los que se encontraban en las décadas de los años sesenta y setenta.



La pesquería requiere de una estrategia de recuperación, en particular el camarón blanco. Ésta se deberá realizar en dos etapas:

- La primera, de estabilización de la producción mediante la instauración de vedas que tiendan a proteger el crecimiento individual de los organismos y maximicen la producción de la población actualmente existente. Esta etapa se ha iniciado con las vedas impuestas en los años 1996 y 1997.
- La segunda etapa prevé protección al reclutamiento para recuperar los niveles previos de la población. Ésto implica la extensión de la veda a los periodos de reproducción que generan las cohortes más importantes del año (mayo o incluso abril).

Contoy

De acuerdo con las actuales condiciones y sitios de pesca explotados, los rendimientos de camarón rojo y de roca deberán permanecer estables o probablemente presentarán tendencias a la baja (especialmente la primera especie), en caso de aumentar el esfuerzo pesquero, tal y como parecen sugerir los registros de la captura por unidad de esfuerzo.

El incremento en las capturas de camarón de roca en temporadas recientes, probablemente se deba a que este recurso ya no es devuelto al mar, como ocurría cuando el camarón rojo era la principal especie objetivo por su significativo valor comercial. Al parecer, la poca abundancia de esta última especie, ha propiciado que la flota aumente su esfuerzo hacia el camarón de roca, como una fuente de ingresos que complementa los costos de viaje.



La pesquería de camarón de Contoy está plenamente aprovechada. La estrategia a seguir es una de mantenimiento de sus niveles de producción.

Mientras que las estrategias a seguir en las pesquerías de camarón de la zona del norte del Golfo de México y Contoy son de mantenimiento, la de la Sonda de Campeche es de recuperación, particularmente la de camarón blanco

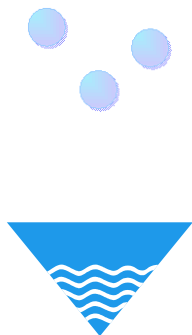
PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

En el litoral del Golfo de México, las poblaciones de camarón se encuentran en el límite de su capacidad de producción biológica.

El esfuerzo pesquero, tanto artesanal como industrial, se encuentra a un nivel superior al que pudiera permitir las condiciones óptimas de aprovechamiento y una relación armónica entre los sectores involucrados. En las últimas dos décadas, la competencia entre el sector artesanal y el industrial por la captura se ha incrementado y el aumento en el número de usuarios dentro de cada uno de ellos hace que la competencia intrasectorial aumente.

Si las tendencias se mantienen, es previsible esperar una creciente competencia entre los sectores, una disminución de la rentabilidad individual de los usuarios y un incremento en la presión sobre las poblaciones explotadas. Las medidas de administración sugeridas en los siguientes párrafos tienden a evitar y minimizar esas situaciones.



1. Por las razones expuestas en este trabajo, no es posible esperar aumentos substanciales en la producción de la pesquería de camarón café de **Tamaulipas-Veracruz**. La estrategia encaminada a sostenerla en los niveles actuales al largo plazo debe incluir los periodos de veda que permitan el mejor aprovechamiento posible por todos los usuarios del recurso.
2. En la **Sonda de Campeche**, es posible esperar la estabilización o algunos aumentos de las capturas. Con las estrategias de veda aplicadas hasta ahora se ha logrado detener la caída de la producción y aumentar el valor económico de las capturas al aumentar la talla media de los organismos capturados. Se deberán desarrollar medidas de manejo que permitan la recuperación de los niveles de captura. Esas medidas entrarán en vigor bajo la forma de nuevas fechas de veda para 1998.
3. 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 muy diferentes. Aunque la veda actual no tiene efecto significativo sobre el camarón rojo, que es la especie económicamente más importante, protege el crecimiento de los individuos de la cohorte principal de camarón de roca aumentando la captura de esta especie. Debe considerarse seriamente la posibilidad de

establecer un periodo de veda adicional en esta zona: marzo y abril.

- El segundo problema es el movimiento de flotas del área de Campeche a esta zona. Ya que ésta es muy pequeña, podría causar fácilmente una sobreexplotación si no es controlada. Las vedas, tal como se han establecido hasta ahora en esta zona, son una manera indirecta de controlar ese movimiento de flotas.

El esquema de vedas deberá ser seguido por una regulación del esfuerzo a niveles que permitan el aprovechamiento sostenido. Este no deberá aumentar respecto a los niveles actuales en ninguna de la pesquerías.

Los problemas económicos de la flota en la Sonda de Campeche son reflejo tanto de la mala condición de las poblaciones de camarón como del sobre-dimensionamiento de la flota. La tendencia a la disminución de las capturas en esa región no afecta solamente a su área inmediata de operación. El movimiento de la flota en busca de recurso aumenta la presión sobre las zonas de Tamaulipas y Contoy que están cercanas a la estabilización en su nivel máximo de captura (Castro *et al.*, 1995; Schultz *et al.*, 1997).

Para evitar que en esas dos zonas se repita en escala local la situación de exceso de número de barcos que se da para el Golfo de México en general, la regulación del número de barcos se debe dar inmediatamente.



Un número excesivo de embarcaciones es contraproducente para la pesquería en general, por dos motivos. El primero es por la mortalidad por pesca que implica que puede afectar la capacidad de producción del recurso a largo plazo. En segundo lugar la rentabilidad agregada de la flota tiende a disiparse como en una pesquería clásica de acceso abierto.

La sobrecapitalización (el nivel excesivo de inversión en infraestructura) es, desde hace tiempo un problema de varias pesquerías en México, de manera notable en la del camarón. Las tendencias en la captura y el número de barcos muestran esto claramente. El número de barcos en el Golfo de México, siguió creciendo hasta mediados de los años setenta, a pesar de que la captura se había estabilizado desde el inicio de esa década.



El cumplimiento de las medidas administrativas y de estrategias de manejo complementadas con el uso de los artes de pesca autorizadas, dará como resultado un buen nivel en la producción del camarón, sin poner en riesgo sus poblaciones

El respeto a otras medidas complementarias a las vedas, como las zonas restringidas a la captura y la apertura de malla, es también indispensable.

En este contexto, la protección del reclutamiento al largo plazo deberá formar también parte de esta estrategia de recuperación. Sólo así se podrán recuperar, en el largo plazo los niveles de producción adecuados para la flota de todo el Golfo de México. La implantación de vedas en periodos en que se proteja el reclutamiento deberá formar parte de esta estrategia.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

En las pesquerías de camarón de todo el país, pero en particular las del Golfo de México, las nuevas metodologías de estudio del reclutamiento de especies con altas variaciones interanuales (Getz y Swartzman, 1981; Ludwig y Walters, 1981; Sissenwine y Shepherd, 1987; Garcia, 1996) y el estudio de los aspectos biológicos del mismo y su relación con los fenómenos ambientales como los “nortes”, las precipitaciones pluviales, las surgencias y otros (Gracia, 1991; Rogers *et al.*, 1993), son campos en los que la investigación es muy nece-

saria 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.



Dado que en el Golfo de México y el Caribe se explotan varias especies, con diferentes periodos de reclutamiento, grados de explotación y situaciones de las flotas locales, el esquema global de administración implica un balance entre los criterios de maximización de la ganancia económica al corto plazo y los objetivos de conservación del recurso para las generaciones futuras.

Está implícito que la administración de las pesquerías de camarón del Golfo y el Caribe debe considerarse como conjunta, incluso la aplicación de medidas de alcance local como las vedas regionales, tienen repercusiones en el litoral en su conjunto. 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.

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.



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. Mem. II Symposium sobre investigación en Biología y Oceanografía pesquera en México. La Paz, B.C.S. 25 al 27 de septiembre de 1996.
- Alarcón, T. 1989. Tasas de crecimiento estacional de camarón rosado (*Penaeus duorarum*, Burkenroad 1939) del Banco de Campeche. CRIP Lerma. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Anónimo. 1975. Primer informe de camarón del Banco de Campeche. Convenio Mexicano-Cubano de Cooperación Científico-Técnica. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Anónimo. 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).
- Araneda, G. 1990. Utilización de *Leucaena leucocephala* en dietas balanceadas para camarones peneidos. Inv. Mar. CICIMAR 5 (1): 39-46.
- Arreguín-Sánchez, F. 1981a. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*, Latreille 1817) de las costas de Quintana Roó, 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.
- Bax, N. J. 1994. Estimation of natural mortality in ecological models. *In*: Hancock, D.A. (ed.) *Population Dynamics for Fisheries Management*. Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings. Perth, Australia.
- Castro, R. G. y R. Santiago. 1976. Veda experimental de camarón en las costas de Tamaulipas en 1974. *Memorias del Simposio sobre la biología y dinámica poblacional del camarón*. S.I.C. Pesca. Guaymas, Sonora, México: 393-426.
- 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., F. Arreguín-Sánchez y E. Chávez. 1986. Análisis regional del recurso camarón en aguas del NO de México, (Tamaulipas y Veracruz, México). Informe de Investigación. CRIP Tampico, Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Castro, R. G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 4:147-159.
- Castro, R. G., M. Medellín, E. Rosas y A. González. 1995. Impacto de la veda de camarón en el NE de México. CRIP Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Castro, R. G. y F. Arreguín-Sánchez. 1997. Mortality and stock assessment of the brown shrimp, *Penaeus aztecus* (Crustacea: Penaeidae), in the northwest Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 45 (en prensa).
- Chávez, E. A. 1973. A study on the growth rate of brown shrimp (*Penaeus aztecus aztecus*, Ives 1891) from the coast of Veracruz and Tamaulipas, Mexico. *Gulf Res. Rep.* 4 (2): 278-300.
- Cheng, Y. C. 1984. The prawn (*Penaeus orientalis*, Kishinouye) in pohai sea and their fishery. *In* Gulland, J and B. Rostchild (Eds.) *Penaeid shrimp, their biology and management*. Fishing News Books. Farnham, U.K.

- Cinta, R. 1985. Dimensión actual de la pesca en México. *En: Desarrollo Pesquero Mexicano*. SEPESCA. México.
- Cook, H. L. & M. J. Lindner. 1965. Synopsis of biological data on the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891. *FAO Fisheries Synopsis* 102: 1471-1497.
- DeLancey, L. B., J. E. Jenkins & J. Whitaker. 1994. Results of long-term, seasonal sampling for *Penaeus postlarvae* at Breach Inlet, South Carolina. *Fishery Bulletin* 3: 633-640.
- Dwipongo, A., T. Hariati, S. Banon, M. L. Palomares & D. Pauly. 1986. Growth, mortality and recruitment of commercially important fishes and penaeid shrimps in Indonesian waters. *ICLARM*. Manila.
- FAO. 1972. Reunión de consulta de la FAO sobre las existencias de camarones en el Caribe y regiones adyacentes. La Habana, Cuba, junio 13-17, 1972. *FAO Fish Rep.* 124: 1-61.
- 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, noviembre 18-23, 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. *Memorias del Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones*. Guaymas Son. 8-13 de Agosto: 186-211.
- García, S. 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations. *In: Rothlisberg P.C., B.J. Hill y D.J. Staples (Eds.), Second Australian Prawn Seminar*. Cleveland Australia: 139-158.
- García, S. 1996. Stock-recruitment relationships and the precautionary approach to management of tropical shrimp fisheries. *Mar. Freshwater Res.* 47: 43-58.
- Getz, W & G. L. Swartzman. 1981. A probability transition matrix model for yield estimation in fisheries with highly variable recruitment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 847-855.
- González, J. E., R. G. Castro, C. González, L. D. Zuñiga y V. A. Ramírez. 1997. Estudio para utilización de la "charanga" para

- captura de camarón en el NE de México. CRIP Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- 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. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 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, A. 1997. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. Mar. Freshwater Res. 47: 59-56.
- Gracia, A., A. Vázquez-Bader, F. Arreguín, L. Schultz y J. Sánchez. Ecología de camarones peneidos del Golfo de México. En: Análisis de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. Flores-Hernández, D., Sánchez, D., Seijo, J.C. y Arreguín-Sánchez, F. (eds). EPOMEX, Serie Científica 7 (en prensa).
- Guitart, B. y A. Hondares. 1980. Crustáceos. Rev. Cubana Inv. Pesq. 5 (3):1-21.
- Guzmán, V. 1987. Dinámica poblacional del camarón rosado (*Penaeus duorarum duorarum*, Burkenroad 1939) del Banco de Campeche, durante tres temporadas de pesca, 1975-1977. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Jayakody, D. S. & H. H. Costa. 1988. Population dynamics of indian shrimp (*Penaeus indicus*) on the west coast of Sri Lanka. Asian Fisheries Science 1: 135-146.
- Lhomme, F. et S. Garcia. 1984. Biologie et exploitation de la crevette penaide au Sénégal. In: Gulland, J & Rostchild, B. (eds.) Penaeid Shrimp: Their Biology and Management. Fishing News Books. Farnham, U.K.
- Lindner, M. T. & H. T. Cook. 1970. Synopsis of biological data on the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). FAO Fish Rep. 57: 1439-1469.
- Ludwig, D. & C. Walters. 1981. Measurement errors and uncertainty in parameter estimates for stock and recruitment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 704-710.

- Mathews, G. P. & M. Al-Hosseini. 1984. Mortality, growth and the management of Kuwait shrimp fishery. Revised Proceedings of the Shrimp Fisheries Management Workshop. KISR. Safat, Kuwait.
- Mathews, G. P., M. Al-Hosseini, A. R. Abdul-Gaffar & M. Al-Shoushani. 1984. Assessment of short-lived stocks with special reference to Kuwait's shrimp fisheries: a contrast of the results obtained from traditional and recent size-based techniques. *In*: Pauly D. & Morgan G. R. (Eds.) Length-based methods in fisheries research . ICLARM Conf. Proc. 13. Manila, Phillipines.
- Mead, R., R Curnow & A.M. Hasted. 1993. Statistical methods in agriculture and experimental biology. Chapman and Hall. London.
- Merino, M. 1992. Afloramiento de la plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. Tesis Doctoral. CCH, ICMYL-UNAM. 255 p.
- 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, A., H. Garduño y A. Gracia. 1994. La pesquería de camarón en alta mar, Golfo de México y Caribe Mexicano. XXX Aniversario del INP. Series Pesquerías Relevantes: Crustáceos. INP, México.
- Núñez, M. G. y A. T. Wakida. 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).
- Ocean Garden Products. 1996. Boletín sobre el comportamiento del mercado del camarón. Enero-marzo. 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 Pesquera Tampico. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Pauly, D. 1984a. A methodology for studying the recruitment into Kuwait's shrimp stocks. Proceedings of the 1984 Shrimp and Finfish Management Workshop . KISR. Safat, Kuwait.

- Pauly, D. 1984b. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM. Contribution No. 143. Manila, Phillipines.
- Pauly, D., J. Ingles & R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment related parameters from length frequency data (ELEFAN I and II). *In*: Gulland, J & Rostchild, B. (eds.) *Penaeid shrimp: their Biology and Management*. Fishing News Books. Farnham, U.K.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *In*: Pauly D. & Morgan G. R. (Eds.) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13. Manila, Phillipines.
- Porras, R., F. Aguilar y F. Arreguín-Sánchez. 1994. Fishing grounds of the Contoy shrimp fishery, Mexico. UNAM/INP/EPOMEX/UAC (inédito).
- Re-Regis M. 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).
- Re-Regis, M. 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).
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: 1-382.
- 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. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Rogers, D. B., R. F. Shaw, W. H. Herke & 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.

- Rostchild, B. & R. Brunnenmeister. 1984. The Dynamics and management of shrimp in the northern Gulf of Mexico. *In*: Gulland, J and B. Rostchild (Eds.) Penaeid shrimp. Their Biology and Management. Fishing News Books. Farnham, U.K.
- Sandoval, M. E. 1996. 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, M. E. 1996. 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).
- Santos, J. y J. A. Uribe. 1997. Composición y abundancia de camarón rosado en aguas estuarino-costeras de Champotón e Isla Arena, Campeche durante 1994. CRIP Lerma-Campeche, Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Schultz, L. E. y E. A. Chávez. 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco (*Penaeus setiferus* L.) del Golfo de Campeche México. *En* : SIC/Subsecretaría de Pesca, INP, SEMARNAP. Memorias del Simposium sobre biología y dinámica poblacional de camarones. Del 8 al 13 de Agosto de 1976, Guaymas, Son., México: 58-72.
- Schultz, L. E., I. Hernández, J. Villegas y C. Severino. 1997. Estado de Salud de la Pesquería de Camarón del Litoral Veracruzano. Centro Regional de Investigación Pesquera en Veracruz. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- SEMARNAP. 1996. Anuario estadístico de pesca 1995. México.
- SEPESCA. 1979-1994. Anuario estadístico de pesca. SEPESCA, México.
- SEPESCA. 1994. Normas Oficiales Mexicanas del Sector Pesca. SEPESCA, México.
- Sissenwine, M. P. and J. G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 913-918.
- 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. *En*: SEPESCA (Ed.) Los recursos pesqueros del país. SEPESCA-INP, México: 399-419.

Somers, I. F. 1985. Maximizing value per recruit in the fishery for banana prawn, *Penaeus merguensis*, in the Gulf of Carpentaria. In Rothlisberg P.C., Hill, B.J. y Staples, D.J. (Eds.), Second Australian Prawn Seminar. Cleveland Australia. 185-191.

Somers, I. F. & Y. G. Wang. 1997. A simulation model for evaluating seasonal closures in Australia's multispecies northern prawn fishery. *N. Am. J. Fish. Manag.* 17: 114-130.

Soto, I., M. 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. 26-29 de Mayo. Reunión nacional sobre la investigación científico-pesquera. Cocoyoc, Mor. México.

Soto, F. 1992. Pesquerías de camarón. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Soto, F., B. Delgado y V. Sosa. 1991. Diagnóstico de la pesquería del recurso camarón en el estado de Quintana Roó. 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 del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Uribe, 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, J. A., F. Arreguín-Sánchez y A. Navarrete. 1996. Simulación de escenarios de veda para la pesquería de camarón rosado *Penaeus duorarum* de la Sonda de Campeche. Taller

Internacional. Evaluación de Pesquerías de Crustáceos Tropicales. University of Miami (RSMAS)-Universidad Autónoma de Campeche (Programa EPOMEX), Campeche, Campeche, México, agosto 29-31, 1996 (en revisión).

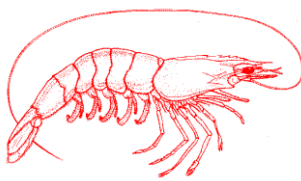
von Zalinge, N. P. 1984. The shrimp fisheries in the gulf, between Iran and the Arabian Peninsula. *In*: Gulland, J & Rostchild, B. (Eds.) Penaeid shrimp: their Biology and Management. Fishing News Books. Farnham, U.K.

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, 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.

Watson, R. A. & V. R. Restrepo. 1995. Evaluating closed season options with simulation for a tropical shrimp fishery. ICES Marine Symposium 199: 391-398.

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. *En*: Recursos Pesqueros Potenciales de México: la Fauna Acompañante del Camarón. PUAL-UNAM- SEPESCA. México: 315-397.



cazón

limón
limón

cornuda

martillo

Tiburón
Tiburón

jaquetón
jaquetón

cornuda

cazón
cazón

azul

martillo

toro
toro
toro

tiburón
tiburón

chato

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE TIBURÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO

ESPECIES: Cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), cornuda (*Sphyrna lewini*), cazón cabeza de pala (*S.tiburo*), cazón espinoso (*Squalus cubensis*), tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), tiburón chato (*C.leucas*), cazón cangüay (*C.acronotus*) y tiburón poroso (*C. porosus*).

- Pesquería artesanal cuyas capturas coinciden con las áreas y épocas de alumbramiento y crianza.
- Probable circuito migratorio norte-sur, influenciado por las fluctuaciones estacionales de temperatura, ocasionando que las máximas capturas se presenten durante el invierno.
- La mayor parte de las capturas artesanales está compuesta por organismos inmaduros.
- El comercio de aletas de tiburón está prohibido.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 5,780 toneladas: 39% con respecto al máximo histórico (1984).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Demográfico dinámico y de rendimiento por recluta.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo por número de permisos.

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- No incrementar el esfuerzo pesquero y proteger áreas de crianza.



TIBURONES DEL GOLFO DE MÉXICO

Rhizoprionodon terraenovae

Sphyrna spp.

Carcharhinus spp.

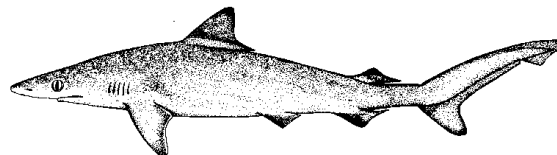
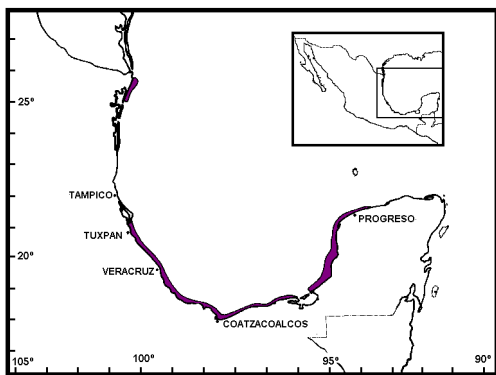
Squalus cubensis

Squatina dumerili

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La pesca de tiburones en aguas mexicanas constituye principalmente una pesquería artesanal multiespecífica que opera de acuerdo a las abundancias estacionales de un número importante de especies.



Esta pesquería representa en el país valiosas fuentes de alimento y empleo para las comunidades ribereñas de ambos litorales. En 1996 la producción de tiburón y cazón fue de 33,469 t (peso vivo) lo que representó el 2.18% de la producción pesquera nacional, ubicándose esta pesquería como la 5ª a nivel nacional en capturas (SEMARNAP, 1997); con un consumo *per cápita* estimado de 0.31 kg.

El valor de la producción de 1996 (producción de peso desembarcado 29,145 t) fue de \$165'069,000.00 M.N., lo cual representó el 2.16% del valor total de la producción pesquera

nacional, ocupando el 4º lugar a nivel nacional en cuanto al valor de la producción (SEMARNAP, 1997).

México ocupa el sexto lugar a nivel mundial como productor de tiburón de acuerdo con los registros del Anuario Estadístico de Pesca 1993, FAO.

Los principales estados productores de tiburón en la región del Golfo de México son Campeche y Veracruz (SEMARNAP, 1997).

Los tiburones de importancia comercial que se capturan en aguas del Golfo de México pertenecen en su gran mayoría a tiburones del orden Carcharhiniforme (Compagno, 1984), siendo las familias más importantes:

Carcharhinidae (tiburones grises), Sphyrnidae (tiburones martillo), y Triakidae (tiburones mamones). Estas especies constituyen una aportación importante de proteínas y vitamina A.

Los tiburones grises y martillos son especies de aguas tropicales de hábitos costeros y pelágico-costeros, por lo que son capturados principalmente en aguas costeras por las embarcaciones menores tipo lancha o “panga”. En el Golfo de México la captura ribereña de tiburones está sostenida por la captura estacional de alrededor de 15 especies (Tabla 1).



Tabla 1. Lista de las principales especies de tiburones capturadas por la flota artesanal tiburonera en las aguas costeras del Golfo de México. El orden de las especies es de acuerdo a su abundancia relativa en número de individuos registrados en 1994 (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996).

Nombre científico	Nombres comunes
1. <i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Cazón de ley, caña hueca.
2. <i>Sphyrna tiburo</i>	Cazón cabeza de pala, pech.
3. <i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón puntas negras, jaquetón.
4. <i>Carcharhinus acronotus</i>	Cazón cangüay, amarillo, limón.
5. <i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo, cornuda.
6. <i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón chato, toro, xmoa.
7. <i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón sedoso, jaquetón, puntas negras.
8. <i>Squalus cubensis</i>	Cazón espinoso.
9. <i>Carcharhinus porosus</i>	Tiburón poroso, cuero duro.
10. <i>Carcharhinus brevipinna</i>	Tiburón curro, puntas negras, picudo.
11. <i>Sphyrna mokarran</i>	Cornuda grande, cornuda gigante.
12. <i>Carcharhinus signatus</i>	Tiburón nocturno, ojo verde.
13. <i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón aleta de cartón, aletón.
14. <i>Squatina dumerili</i>	Tiburón ángel, angelote.
15. <i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón prieto, negro, tabasqueño.

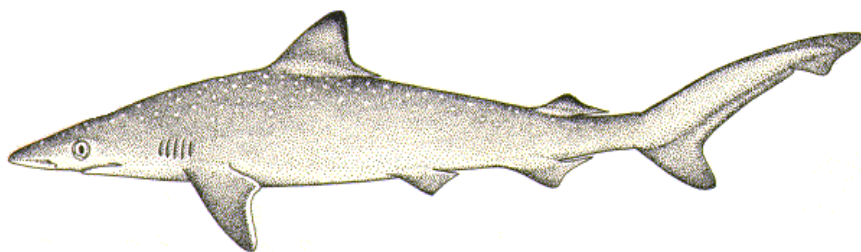


Fig. 1.- Cazón de Ley, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson, 1836), dibujo tomado de Castro, 1983.



La principal especie de tiburón que se captura en el Golfo de México es el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, que es una especie de talla pequeña (Fig. 1).

La pesquería del Golfo de México inició a finales de los años 30's. Su producción mostró un comportamiento histórico similar al observado en el Pacífico, sin embargo hasta 1972 las capturas comenzaron a incrementarse de forma significativa, principalmente por el impulso que recibió esta a través de las políticas de diversificación de la pesca a nivel

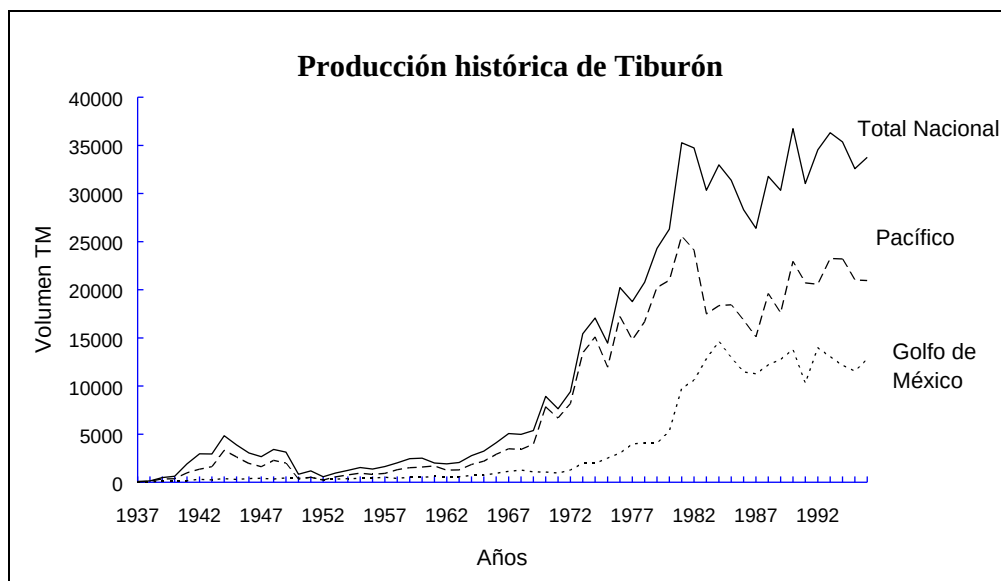


Fig. 2. Producción histórica de tiburón en México y por litorales del periodo 1937-1996. Fuentes: Hernández 1971. Anuarios Estadísticos de Pesca SEPESCA y SEMARNAP 1937-1996.

nacional (Fig. 2).

Actualmente la pesquería artesanal de tiburón y cazón forma parte importante en la economía pesquera regional del Golfo de México.

BIOLOGÍA

Entre los aspectos biológicos más importantes de estos tiburones destacan:

Tamaño relativamente grande, con un rango de tallas máximas de 1-4 m de longitud total.

Dimorfismo sexual en talla y peso (las hembras son más grandes en talla y peso que los machos), con pesos enteros máximos entre los 5 y 200 kg.

Tasas de crecimiento muy lentas.

Madurez sexual tardía, las especies pequeñas maduran entre los 3 y 4 años, mientras que las especies grandes no maduran antes de los 10 años.

Reproducción vivípara y ovovivípara, dependiendo de la especie, el número de crías es de 2-10 en promedio.

Los tiburones de las familias Carcharhinidae (tiburones grises) y Sphyrnidae (tiburones martillos) presentan **ciclos reproductivos** prolongados de uno a dos años de duración, con periodos de gestación, alumbramiento y apareamiento bien definidos a través del año, principalmente durante primavera y verano, en bahías y lagunas costeras.

Dispersión y migración extensa (numerosas especies se segregan por sexo y talla), observándose durante los meses de invierno marcados patrones de migración horizontal transfronterizos (Estados Unidos-México), asociados a los cambios de temperatura estacionales de los océanos y a factores biológicos como alimentación y reproducción.

Longevidad prolongada, estimándose que para las especies pequeñas es de alrededor de 10 años y para las especies grandes entre los 35 y los 50 años (Castro, 1983, 1987 y 1993).

CAPTURA Y ESFUERZO

Operaciones y equipos

Los pescadores artesanales emplean en su actividad embarcaciones menores llamadas lanchas o pangas de fibra de vidrio, de entre 6 y 10 metros de eslora, con motores fuera de borda. La pesca la realizan por lo

general en la zona costera, entre las 10 y las 50 brazas de profundidad, aunque algunos grupos de ellos tienen como zonas de pesca algunas lagunas costeras.



La captura se efectúa mediante redes de las que existen una gran variedad como escameras, tiburonerías, cazoneras, sierreras, tendales, etc., lo que implica el uso de diferentes tamaños de luz de malla; de igual manera se utilizan líneas y anzuelos.

Existe una amplia variedad de redes, con diferentes aperturas de malla, con las que se realiza la captura de tiburones, entre estas se encuentran las tiburonerías, escameras y tendales, entre otras. Así mismo, líneas y anzuelos, dando como resultado una composición de captura multiespecífica durante las actividades de pesca de tiburones.



La duración promedio de los viajes de pesca es de 24 horas. Se presenta una clara temporalidad en la captura, aunque también las condiciones

climáticas adversas limitan la captura, generalmente durante la época de huracanes y de nortes.

En la región del Golfo también operan un grupo de embarcaciones denominadas de “mediana altura” que son principalmente de pesca múltiple que capturan importantes volúmenes de tiburones. Estas embarcaciones poseen esloras de más de 10 m de largo, están hechas de metal y madera, con motores estacionarios que les brindan una autonomía de 4 a 15 días. Estas embarcaciones operan principalmente en los puertos de Veracruz, Campeche y Yucatán.



Como consecuencia del uso de diferentes artes y zonas de pesca la composición de la captura, además de ser multiespecífica, abarca una gran variedad de tallas y estadios de desarrollo, desde individuos recién nacidos, juveniles, adultos, hasta hembras con crías a punto de nacer.



Se considera que al menos el 50% de las capturas de tiburones en el Golfo de México corresponde a individuos inmaduros (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996).

De la pesca ribereña provienen los mayores volúmenes de pesca de tiburones.

esfuerzo, captura y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para la pesquería artesanal de tiburones (CITES, 1996).

Tradicionalmente las capturas de tiburones en México se clasifican en dos categorías: “cazón” y “tiburón”; la primera se refiere a los individuos menores en talla a 1.5 m y la segunda a los ejemplares que exceden dicho tamaño.

τ Tendencias históricas

Para 1992 se tenía un registro total de 1,216 permisos para la pesca comercial de tiburones para ambos litorales. El 42.9% correspondió a embarcaciones que operaban en el Golfo de México y Caribe Mexicano y de estos el 81% fue para embarcaciones menores (Tabla 2).

En México y en numerosos países se desconoce el número total de embarcaciones menores artesanales que participan en la captura de este grupo

Históricamente, Veracruz es el estado con mayor producción de tiburones, registrándose una captura de 3,378 toneladas en 1996 (SEMARNAP 1997).

Tabla 2. Resumen de permisos de tiburón para embarcaciones mayores y menores otorgados en las Delegaciones Federales de Pesca durante 1992 en el Golfo de México.

Entidad	Total			Empresas			Cooperativas			Particulares			Uniones		
	May ¹	Men ²	Lan ³	May	Men	Lan	May	Men	Lan	May	Men	Lan	May	Men	Lan
Total Nal.	237	979	8,503	48	19	98	95	165	4,781	94	693	2,824		102	467
Golfo de México	99	423	3,665	9	7	8	33	68	2,009	57	316	1,315		32	333
Tamaulipas	11	82	1,515	2			6	23	1,252	3	58	251		1	12
Veracruz	19	108	644	3			2	6	96	14	86	311		16	237
Tabasco	11	119	389				5	19	118	6	92	255		8	16
Campeche	7	42	297	1	1	5		1	5	6	34	223		6	64
Yucatán	50	42	434	3	3		20	10	209	27	29	225			
Quintana Roo	1	30	386		3	3		9	329	1	17	50		1	4

May¹: Número de permisos otorgados para embarcaciones mayores (mayores a 10 t de peso neto bruto).

Men²: Número de permisos otorgados para embarcaciones menores (menores a 10 t de peso neto bruto).

Lan³: Número de embarcaciones menores con permiso para la pesca comercial de tiburones.

Fuente: Cuadro elaborado con base en los reportes proporcionados semanalmente por las Delegaciones Federales como parte del sistema de información coyuntural, proporcionados por la Dir. Gral. de Informática y Registros Pesqueros. Subsecretaría de Pesca/Dir. Gral. de Administración de Pesquerías/Dir. de Sistemas y Normas, Mayo 1995.

de especies, por lo que no se cuentan con series históricas de

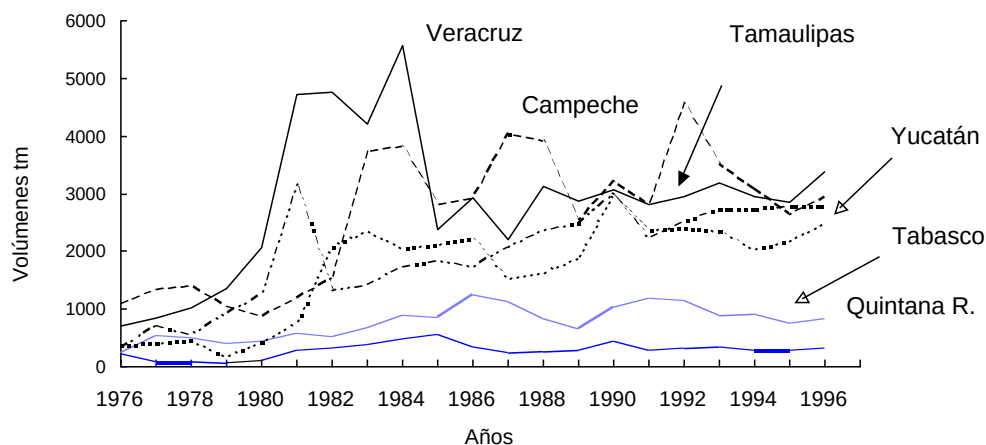


Fig. 3. Producción histórica de tiburón y cazón por estados del Golfo de México.
Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca SEPESCA y SEMARNAP. 1976-1996.

La producción de tiburón y cazón en el Golfo de México durante el periodo 1976-1997 aportó el 34.3% de las capturas totales nacionales. La menor producción se registró en 1976 con 3,029 t y la máxima en 1984 con 14,620 t con un promedio anual de 10,313 t. Los principales estados productores de tiburón y cazón en la región del Golfo son Veracruz y Campeche (Fig. 3).

Según el Programa Atún-Delfín de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de los Recursos Pesqueros (DGIEMRP) del Instituto Nacional de la Pesca (INP), la captura de tiburón en la temporada 1995, representó el 4.79% de las capturas totales (51,737 individuos), entre atunes, picudos y otros peces afines.

El grupo de tiburones denominado “puntas negras” aportó el 32.43% de estas capturas de tiburón.

Durante el periodo 1976-1997 la menor producción de tiburón y cazón en el Golfo de México se registró en 1976 con 3,029 t y la máxima en 1984 con 14,620 t.

En la pesca de atún aleta amarilla con palangre en el Golfo de México se captura de manera incidental una importante proporción de tiburones.

τ Pesca incidental

Este grupo está formado por las especies *Carcharhinus limbatus*, *C.*

brevipinna y *C. falciformis*. El segundo grupo denominado como “especies no identificadas de tiburones” obtuvo el 22.47%.



También en la pesca de arrastre de camarón del Golfo México se captura un número indeterminado de pequeños tiburones de la familia Carcharhinidae.

τ Interacción con otras pesquerías

La pesca artesanal de tiburones grandes y pequeños está íntimamente relacionada con la pesca artesanal de escama, ya que ambas se llevan a cabo con las mismas embarcaciones y en muchos casos con los mismos artes de pesca.

Generalmente las únicas diferencias entre ellas es la temporada de pesca y los caladeros. Particularmente en Tamaulipas y Veracruz en los meses de otoño e invierno se observan capturas importantes de tiburones juveniles junto con sierra, peto y otros túnidos (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996).

También en las capturas de huachinango, pargo y mero con palangre se pescan tiburones de talla pequeña (Bonfil *et al.*, 1990).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

Según los Anuarios de Pesca de la SEMARNAP, cerca del 90% de la producción nacional de tiburón y cazón es utilizada como alimento para consumo humano directo en diferentes presentaciones.

Las presentaciones de tiburón para consumo humano directo, de mayor demanda y menor precio son: fresco, congelado y seco-salado.

La capacidad instalada para el desarrollo de la pesca ribereña de tiburones es la misma que se emplea para atender las demandas de los diferentes grupos que participan en el aprovechamiento de los principales recursos pesqueros provenientes del Golfo de México.

En la región existen 18 plantas congeladoras, cuatro fábricas de harina de pescado, cinco almacenes para pescado fresco o congelado, 23 fabricas de hielo y 87 plantas mixtas en donde se combinan diferentes procesos como el fileteado y enlatado de diversos productos pesqueros (SEPESCA, 1990).

Por ser una pesquería fundamentalmente ribereña no se cuenta con un estimado del número total de personas que participan en las diferentes fases de desarrollo de esta actividad.

De la disponibilidad de tiburón y cazón en 1996 (12,503 t) el 82.24% fue comercializado como pescado fresco, 16.08% como congelado y 1.66% como seco-salado. El consumo *per capita* de tiburón y cazón en 1996 fue de 0.30 kg, con un precio al mayoreo de \$12.19 M.N. y de \$15.34 M.N. al menudeo (SEMARNAP, 1997). El principal punto de acopio y comer-

τ Indicadores económicos

Los principales productos del tiburón que exporta México son las aletas y las pieles. Las aletas son la parte más valiosa del tiburón ya que existe una gran demanda por ellas en el mercado oriental de Hong Kong y

Tabla 3. Volumen y valor de las exportaciones de aletas y pieles de tiburón (toneladas y valor en miles de dólares).

Años	Aletas		Pieles		Tiburón	
	Vol.	Val.	Vol.	Val.	Vol.	Val.
1981					143	
1982**	180	2,965	< 1	471		
1983	168	3,554	27*	757		
1984	174	3,322				
1985	177	2,352				
1986	146	1,263	N.S.	1	18	316
1987	190	2,476	2	29	13	774
1988	138	2,056	1	10	13	360
1989			30*	2,224		
1990			42*	1,451	294	10,516
1991			69*	3,399	244	8,498
1992			61*	2,862		
1993			3*	120		
1994			2*	106		
1995***			13*	121		

*** El volumen de la producción de pieles es de enero-octubre.

** Valor en miles de pesos.

* No se especifica el origen de las pieles (a que grupo de animales corresponden: tiburones, peces, tortugas, etc.) en los anuarios estadísticos de Pesca.

N.S.= No significativo.

Fuente: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Subsecretaría de Comercio, Dir. Gral. de Política de Comercio Exterior y Anuarios Estadísticos de Pesca, Dir. de Sistemas y Normas, Dir. Gral. de Admón. de Pesquerías, Enero 1996.

cialización de tiburón se encuentra en la Cd. de México, en la llamada “La Nueva Viga”, en donde llega la mayor parte de la producción de todo el país.

Singapur, lo que ha propiciado que los precios internacionales de las aletas alcancen precios muy elevados.



El mayor volumen de aletas se exportó en 1987 (190 toneladas) con un valor aproximado de 2,476,000.00 USD (Tabla 3).

El kilogramo de aleta de tiburón de primera alcanza un precio de hasta 100 dólares en el mercado internacional.

Durante el periodo de 1988-1991 México exportó pieles de tiburón a Estados Unidos, España, Francia, Holanda, Japón y Reino Unido. En 1990 se canalizaron al exterior 294 t con un valor de 10,516,000.00 USD.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

En marzo de 1993 se implementó una moratoria en el otorgamiento de nuevos permisos de pesca comercial de tiburón en ambos litorales, la cual tiene como objetivo principal no incrementar el esfuerzo pesquero mientras no se establezca un plan de manejo y ordenación para esta pesquería. Esta moratoria ha permitido únicamente la renovación continua de los permisos de pesca de tiburón vi-

gentes hasta 1993, por lo que se considera que el esfuerzo pesquero en el periodo 1993-1997 no ha tenido un incremento significativo.



Dentro del Programa de Normalización de Pesca Responsable de la Subsecretaría de Pesca de la SEMARNAP, se programó para 1997 la elaboración e implementación de la **Norma Oficial Mexicana para la Regulación de la Pesca del Tiburón**, que es el instrumento jurídico que norma el aprovechamiento racional de este recurso.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

En función de la importancia socioeconómica de la pesca de tiburones en el Golfo de México, en 1981 el INP, a través del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) en Ciudad del Carmen, Campeche, inicia los trabajos de investigación de la pesquería de tiburón de dicho estado. Para 1984, el Programa de Investigación "Tiburón-Cazón" se extiende al Caribe mexicano con la participación del CRIP Puerto Morelos, en Quintana Roo. En 1985 el CRIP Yucalpetén inicia su participación con un programa similar.

Estos estudios han permitido en buena parte conocer la composición específica de las capturas comerciales de este recurso, sus temporadas y zonas de abundancia, algunos aspectos de su ciclo de vida y en algunas regiones se ha estimado el esfuerzo de pesca dedicado a su explotación. De estos trabajos destacan los de Seca *et al.* (1984), Uribe (1984, 1990 y 1993), Uribe y Murillo (1991) y los de Bonfil (1987), Bonfil *et al.* (1988, 1990 y 1993) y Castillo (1992).

Recientemente con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el INP llevó a cabo un intenso monitoreo de las operaciones de pesca y desembarques de la flota artesanal que opera en las aguas costeras del Golfo de México, durante noviembre de 1993 y diciembre de 1994. Durante el periodo de estudio se contabilizó la captura de 901 embarcaciones, con una producción total registrada de 84,717 tiburones, pertenecientes a 33 especies.



La especie más importante en número de tiburones capturados fue el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, con un total de 38,867 individuos, constituyendo el 45.9% de las capturas totales del Golfo de México; le siguen en orden decreciente *Sphyrna tiburo* con 14.6%, *Carcharhinus limbatus* 11%, *C. acronotus* 9.1%, *S. lewini* 5%, *C.*

leucas 2.4%, *C. falciformis* 2.2%, *Squalus cubensis* 1.7% y *C. porosus* 1.5%.



Los resultados del proyecto corroboraron la multiespecificidad de esta pesquería artesanal, ya que las mismas unidades de pesca, en este caso las embarcaciones menores, con el mismo arte de pesca capturaron diferentes especies de tiburones y cazonas, así como diversos peces de escama dependiendo de la estación del año (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996).



τ Modelo

Generalidades de la evaluación de las pesquerías de tiburones.

Recientemente se han empleado modelos demográficos (tablas de vida), como una herramienta en la evaluación y manejo de las poblaciones de tiburones, incorporando parámetros biológicos como fecundidad, longevidad, edad y crecimiento entre otros (Jones y Geen, 1977; Cortés y Parsons, 1996; Hoff, 1990; Hoenig y Gruber, 1990; Cailliet, 1992; Cailliet *et al.*, 1992; Cortés, 1995; Cortés y Parsons, 1996; Sminkey y Musick, 1996; Cortés, en prensa; Márquez y Castillo, en prensa).

Tabla 4. Valores asignados a los parámetros del cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, del Golfo de México.

Crecimiento				Mortalidad			Peso-longitud		Fecundidad		Madurez	Selectividad
$L\alpha$	K	t_0	E_{max}	M	F	q	a	b	a	b	E_{pm}	E_{pc}
108	0.359	-0.985	10	0.401	0.46	n.d.	0.0000056	2.897	-7.42	0.123	4	3

La tendencia al uso de este tipo de modelos se debe principalmente a la 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 otros países.



Modelos aplicados al cazón de ley *Rhizoprionodon terraenovae* del Golfo de México.

i) Análisis Demográfico.

Siendo el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, la principal especie de tiburón que sostiene en un 46% la pesquería artesanal de cazón en el Golfo de México (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996), se llevó a cabo un análisis demográfico utilizando datos biológicos tales como reproducción, edad de primera madurez (E_{mad}), fecundidad, edad máxima (E_{max}), proporción sexual, mortalidad natural a edades específicas (M), e información sobre edad y crecimiento de individuos provenientes de aguas del norte del Golfo de México (Estados Unidos).

El valor de los parámetros utilizados para el análisis demográfico se resumen en la *tabla 4*.

Los parámetros demográficos fueron estimados en dos sentidos. La primera estimación se realizó utilizando la mortalidad natural (M) como el único evento que afecta a la sobrevivencia, el cual se ha llamado escenario natural. La segunda estimación consistió en incorporar un valor de mortalidad por pesca F ($F = 0.46$) derivado de un análisis preliminar de Leslie-Delury realizado a partir de las capturas artesanales 1993 y 1994 (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996). Este valor de F se incorporó en el cuadro de vida, con la finalidad de describir la sobrevivencia de una cohorte teórica (Se) y la disminución de la tasa reproductiva ($Seme$) de *Rhizoprionodon terraenovae* para simular su efecto a diferentes $E_{pc} = 0, 2, 4, 6, 8$ (Figs. 4a y b).

Dada la incertidumbre en el posible valor actual de la Mortalidad por Pesca, F , se elaboraron cinco escenarios bajo explotación, en donde se estimaron los parámetros demográficos variando F desde $F = 0.3$ hasta 0.7 en intervalos de 0.1 , a diferentes edades de primera captura, (E_{pc}) desde $E_{pc} = 0$ hasta $E_{pc} = 9$ (Tabla 5).

Debido a la interpretación biológica de la tasa neta reproductiva (R_0), ésta se consideró como el indicador de la razón de cambio de la población bajo los diferentes escenarios de la pesquería. El valor de $R_0 = 1.0$ se considera como el punto de equilibrio de la población, es decir que ésta es capaz de remplazarse a sí misma.

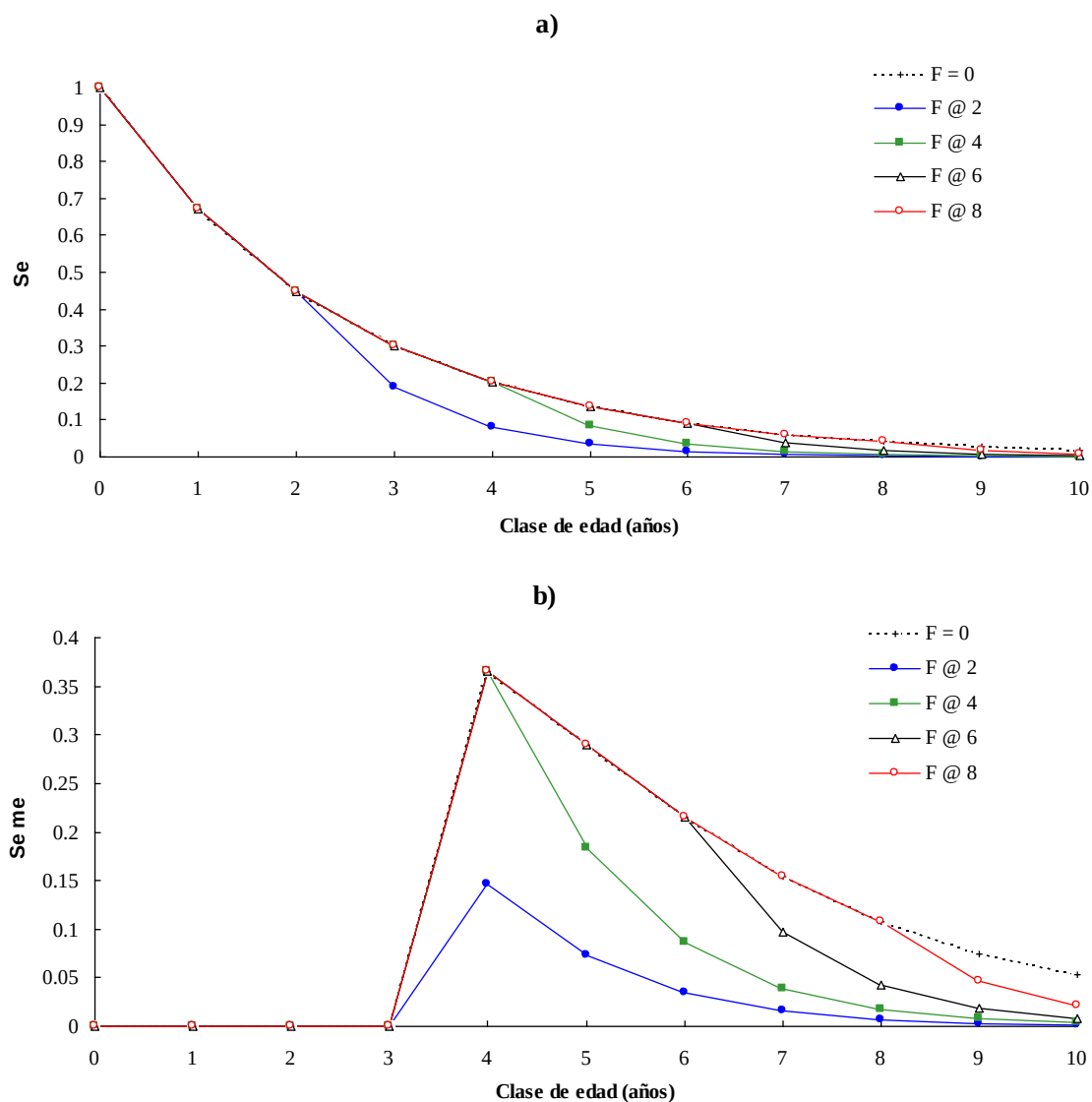


Fig. 4. Curvas de supervivencia (a) y reproducción a edades específicas (b) para el cazón de ley, *R. terraenovae*, con $F = 0.46$ y variando la edad de primera captura, E_{pc} , ($E_{pc} = 0, 2, 4, 6, 8$).

Tabla 5. Resultado de las simulaciones del análisis demográfico del cazón de ley, *R. terraenovae*. Escenario natural (sólo $M = 0.406$); estado alterado con variaciones en E_{pc} (0 a 9 años) y diferentes valores de F ($F = 0.3$ a 0.7). Los valores en cuadro representan la mínima combinación de E_{pc} y F que rinde Ro^3 1.0. (ver texto para la definición de los parámetros demográficos).

Parámetros	Escenario										
	Natural	Escenario bajo explotación									
L_t (cm)	108	105	104	102	99	95	90	82	71	55	32
E_{pc} (años)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
F = 0.3											
Ro	1.26	1.25	1.22	1.17	1.09	0.98	0.82	0.61	0.45	0.33	0.25
G	5.83	5.78	5.70	5.57	5.42	5.25	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10
r	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.04	-0.10	-0.16	-0.22	-0.27
λ	1.04	1.04	1.04	1.03	1.02	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.76
$tx2$	17.42	18.14	20.04	24.89	43.11	-165.61	-17.78	-7.09	-4.43	-3.22	-2.53
F = 0.4											
Ro		1.24	1.21	1.15	1.06	0.92	0.74	0.50	0.33	0.22	0.15
G		5.77	5.66	5.51	5.33	5.12	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94
r		0.04	0.03	0.02	0.01	-0.02	-0.06	-0.14	-0.22	-0.30	-0.38
λ		1.04	1.03	1.03	1.01	0.98	0.94	0.87	0.80	0.74	0.68
$tx2$		18.35	20.85	27.8	67.4	-45.09	-11.38	-4.88	-3.11	-2.28	-1.80
F = 0.5											
Ro		1.24	1.20	1.13	1.03	0.88	0.68	0.41	0.25	0.15	0.09
G		5.76	5.63	5.46	5.25	5.01	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
r		0.04	0.03	0.02	0.01	-0.03	-0.08	-0.18	-0.29	-0.39	-0.50
λ		1.04	1.03	1.02	1.01	0.98	0.92	0.83	0.75	0.67	0.61
$tx2$		18.55	21.61	30.9	130.3	-27.63	-8.59	-3.75	-2.40	-1.76	-1.39
F = 0.6											
Ro		1.24	1.19	1.12	1.01	0.85	0.63	0.35	0.19	0.10	0.06
G		5.75	5.61	5.42	5.19	4.93	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68
r		0.04	0.03	0.02	0.00	-0.03	-0.10	-0.23	-0.35	-0.48	-0.61
λ		1.04	1.03	1.02	1.00	0.97	0.91	0.80	0.70	0.62	0.54
$tx2$		18.73	22.32	34.2	649	-20.69	-7.04	-3.06	-1.95	-1.44	-1.13
F = 0.7											
Ro		1.23	1.18	1.10	0.99	0.82	0.59	0.29	0.15	0.07	0.04
G		5.74	5.59	5.38	5.14	4.86	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59
r		0.04	0.03	0.02	0.00	-0.04	-0.11	-0.27	-0.42	-0.57	-0.72
λ		1.04	1.03	1.02	1.00	0.96	0.89	0.77	0.66	0.56	0.48
$tx2$		18.90	22.99	37.73	-269	-16.99	-6.06	-2.60	-1.65	-1.21	-0.96

Los resultados indicaron que los valores positivos de R_o sólo se obtienen con una $Epc = 6$, con F de 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6; lo que indicó que el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, es una especie muy vulnerable a la presión de pesca.

Aceptando la característica determinística de las tablas de vida y los supuestos que la rodean (distribución estable por edades de la población; los procesos de fecundidad y mortalidad no son afectados por la densidad de la población; y el éxito reproductivo de las hembras no depende del número de machos de la población, siendo estacionarios en el tiempo), y si éste ha sido el esquema de explotación en los últimos años, se observa un escenario negativo para esta especie.

La situación actual de F y Epc revelaron que el equilibrio poblacional de *Rhizoprionodon terraenovae* ha sido teóricamente roto y de continuar el aparente esquema de explotación la población estaría potencialmente en riesgo de un futuro colapso.

Por otro lado, con la finalidad de conocer de manera global la respuesta de R_o considerando también la incertidumbre en la mortalidad natural (M) se simularon los valores de R_o variando M de 0.1 hasta 0.4 en intervalos de 0.1; el valor de F en rangos de $F = 0$ hasta $F = 0.7$ en intervalos de 0.1 y las Epc mas factibles de la pesquería en un rango de 1 a 4 años (Figs. 5a, b, c y d).

La mayor cantidad de valores de $R_o > 1$ se obtuvieron con valores bajos de M , a medida que el valor de M fue incrementándose, los valores de $R_o > 1$ se dieron en combinación con

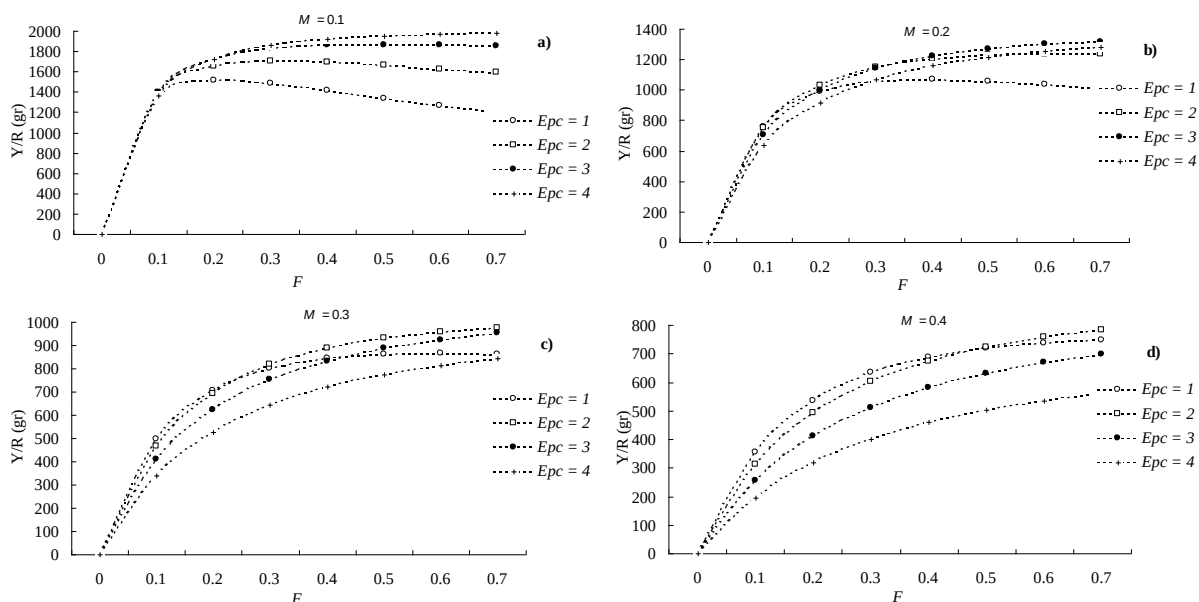


Fig. 5. Rendimiento por Recluta de *R. terraenovae*, variando M desde 0.1 hasta 0.4 y $F = 0.46$.

valores de F y E_{pc} más restringidos (Figs. 5 a-d). Esto corroboró la fragilidad de la población como reflejo del bajo poder reproductivo de la especie.



ii) Análisis de Rendimiento por Recluta.

En contraste con los análisis demográficos que describen el poder reproductivo de las especies y su vulnerabilidad basándose en la información biológica, el rendimiento por recluta (Y/R) busca maximizar la producción en peso por individuo reclutado.

Se elaboraron estimaciones del Y/R para el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, bajo las mismas consideraciones del análisis demográfico con la finalidad de hacer comparables los resultados; por lo que se varió M desde 0.1 hasta 0.4 en intervalos de 0.1, el valor de F en rangos de $F = 0$ hasta $F = 0.7$ en intervalos de 0.1 y las E_{pc} más factibles de la pesquería en un rango de 1 a 4 años (Figs. 6a, b, c, y d).

La salida del análisis de rendimiento por recluta indicó los máximos niveles que se obtendrían con $M = 0.1$ a partir de $F = 0.2$ y $E_{pc} = 4$ (Fig. 6a), presentándose una desalentadora situación ya que esta especie produce el mejor rendimiento en peso en una combinación de explotación (F y E_{pc}) poco saludable; es decir que los valores de R_o con dicha combinación son inferiores a 1.0, lo

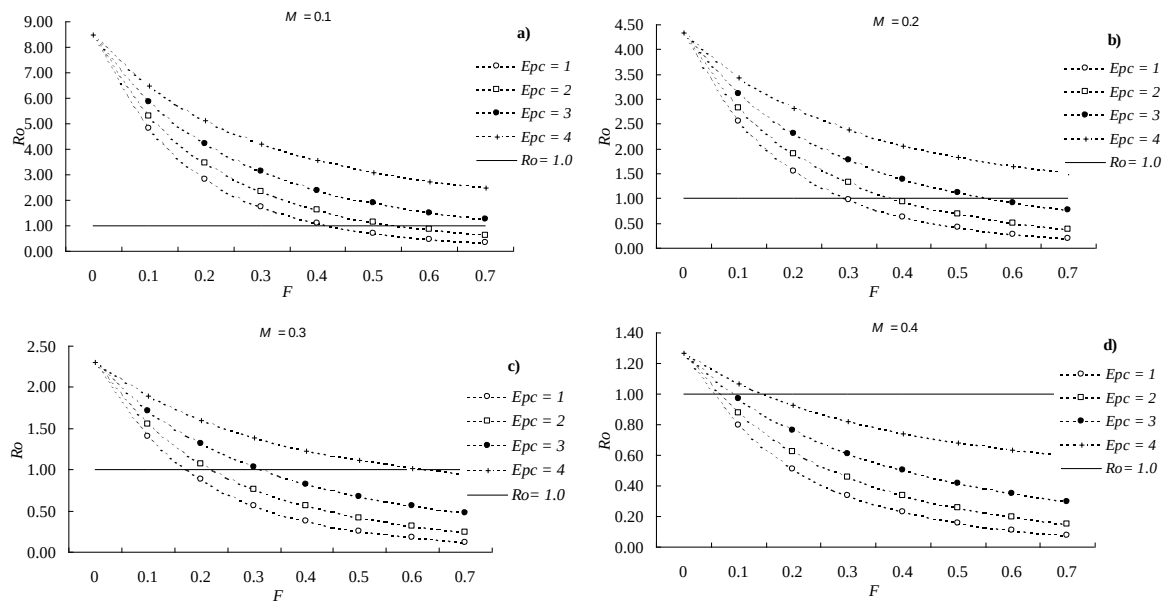


Fig. 6. Tasa Neta Reproductiva (R_o) de *R. terraenovae*, variando M desde 0.1 hasta 0.4 y $F = 0.46$.

que significa que las hembras de la población no podrán producir un número suficiente de crías para remplazarse a sí mismas.

El incremento en el valor de M no permitió obtener rendimientos ni siquiera a la mitad de los que se obtienen con $M = 0.1$ en el escenario anterior; además que los niveles de máximo rendimiento se obtendrían en Epc de 1 y 2 años dada la disminución en la sobrevivencia por efecto del lento crecimiento (Fig. 6b).

Los valores de M que brindarían el máximo rendimiento por recluta (Figs. 5b y c) son muy bajos y por lo tanto poco reales para la especie ($M = 0.2$ y 0.3); dado que *Rhizoprionodon terraenovae* es un animal que nace a los 32 cm de longitud y se ha observado que es depredado por especies de la misma familia aún en tallas de 76 cm.



iii) Modelo dinámico demográfico.

Una vez que se estimó el valor absoluto de R_o dada una F y Epc , se realizó la proyección de R_o tomando como punto de partida cada uno de los valores en los que posiblemente se encuentra R_o en el presente. Por lo que se proyectó la tendencia de R_o , y se observó la tasa de cambio en el año 2005 y 2010 con F constante. La derivación matemática

del modelo dinámico se presenta en el Apéndice 1.



La tendencia del valor de R_o , partiendo de $R_o = 0.45, 0.61, 0.82$ (Fig. 7a); $R_o = 0.33, 0.50, 0.74$ (Fig. 7b) y $R_o = 0.25, 0.41, 0.68$ (Fig. 7c); se observa en todos los casos con tendencia decreciente si el aparente nivel de F se mantuviera constante. Manteniendo constante el valor de F y variando el valor de Epc , se observa una recuperación del valor de R_o . Sin embargo, tal recuperación se da a partir del año 2005 en donde la curva se estabiliza (Figs. 7d, e y f). Se considera una acción más realista el incrementar Epc asociado al tamaño de la luz de malla de las redes agalleras que la disminución de F por reducción de las unidades de pesca.



τ Estado actual de la pesquería artesanal de tiburón en el Golfo de México

Es difícil definir puntos de referencia cuando no se cuenta con la información suficiente de las series históricas de captura y esfuerzo de la pesquería, siendo particularmente crítico cuando se carece de estimaciones de abundancia, como es el caso de la pesquería de tiburón.

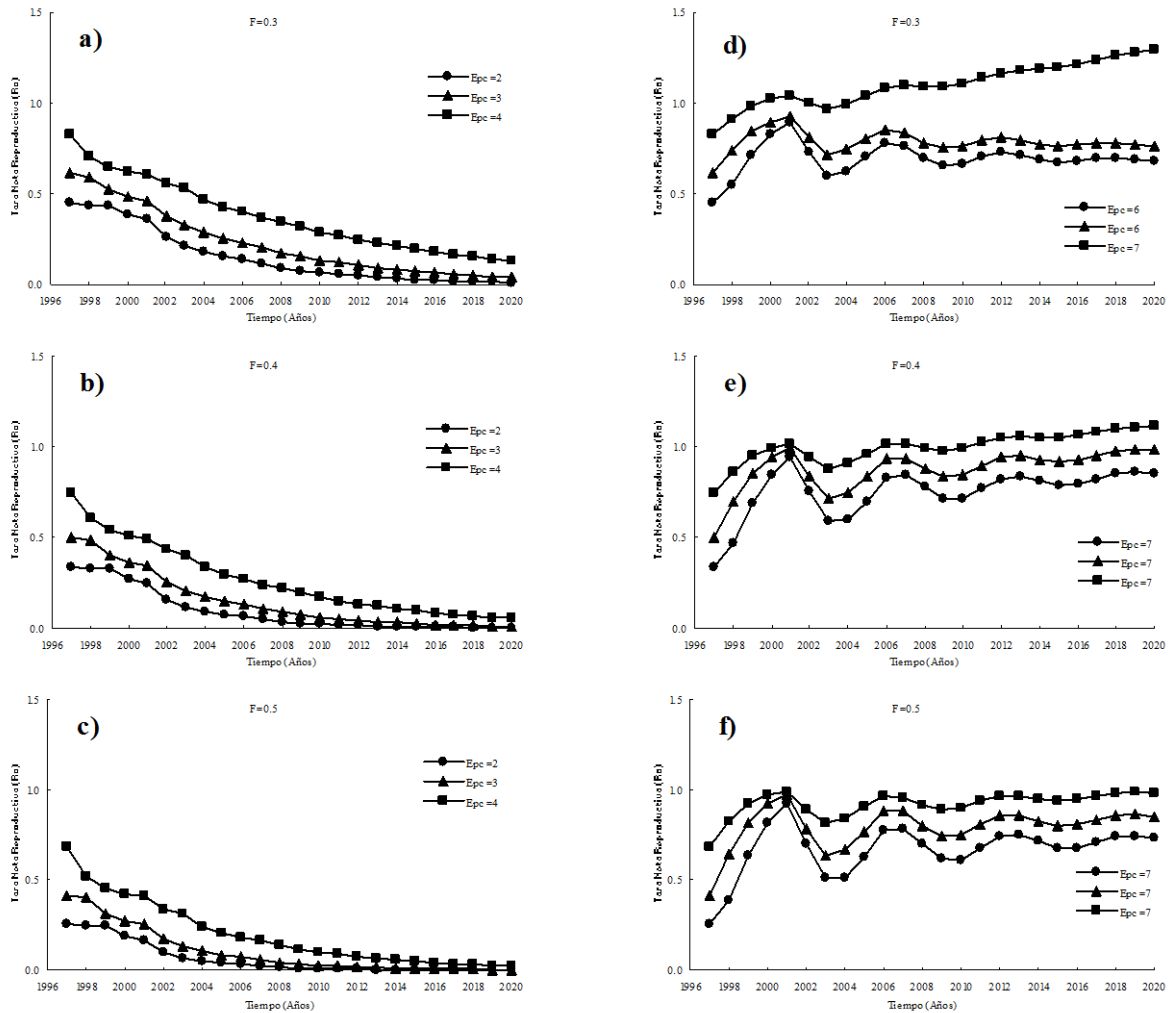


Fig. 7. Tendencia de la Tasa Neta Reproductiva (R_o) del cazón de ley, *R. terraenovae*, del Golfo de México.

a - c, tendencia tomando como punto de partida tres posibles valores actuales de R_o , manteniendo F y E_{pc} constantes.

d - f, tendencia con los mismos puntos de partida de R_o , incorporando cambios en E_{pc} , como acciones de manejo (ver texto para mayor explicación).

En virtud de lo anterior, el acoplamiento de un modelo ecológico para la pesquería (modelo dinámico demográfico) permite simular la reducción de la tasa neta reproductiva R_o , o de la tasa de incremento poblacional r como una medida del vigor demográfico de la población (Krebs, 1985; Hoenig y Gruber, 1990), controlando la mortalidad por pesca y la

edad de primera captura. El punto de referencia biológico para evitar que la población disminuya son los valores de R_o mayores que 1.0. Por lo que el punto de referencia (R_{oref}), es el valor de $R_o = 0.793$ ($R_{oref} = 1/R_o$; $1/1.26 = 0.793$), es decir el 20.6% de disminución con respecto a R_o del escenario natural. De tal forma que la tasa de cambio R_{oc} es el resultado

de dividir R_o al año t entre R_o del escenario natural ($R_{oc} = R_{ot} / R_o$; $R_{ot} / 1.26$).

Debido a la incertidumbre en el posible nivel actual de R_o con respecto al escenario natural (previo al inicio de la pesquería, $R_o = 1.26$), se procedió a proyectar el valor de R_o ante variaciones de F como acciones de manejo a partir del año 1997, para cada E_{pc} buscando los valores de $R_o > 1.0$.

Las proyecciones fueron simuladas de forma determinística. Los valores menores a 20.6% se obtuvieron solamente cuando el escenario de explotación actual se consideró como $F = 0.3$, $E_{pc} = 4$ y la acción de manejo fue aumentando la E_{pc} hasta 7 años, a partir de 1997 (Fig. 7d). Otra combinación que rindió valores de $R_o < 1.0$ se obtuvo al considerar $F = 0.4$, $E_{pc} = 4$ años y la acción de manejo fijando el valor de $E_{pc} = 7$ años (Fig. 7e).



De acuerdo con los resultados del modelo demográfico diseñado para el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, debe considerarse que la pesca de esta especie junto con otros cazones que presentan ciclos de vida similares, ha llegado a sus niveles de aprovechamiento máximo, debiendo plantearse acciones de ordenamiento y regulación que permitan asegurar que dichos niveles

de producción se mantengan en un nivel aceptable, evitando cualquier disminución importante de las capturas por causa de una sobrexplotación.

La pesquería del cazón de ley así como de las especies con ciclos de vida similares ha llegado a sus niveles de aprovechamiento máximo.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Según Anderson (1990) y Walker (1996) una correcta evaluación poblacional y adecuado manejo de las poblaciones de tiburones aprovechadas requiere del monitoreo constante de la captura, la composición de las mismas y del esfuerzo de pesca; así como del desarrollo de modelos que incorporen las peculiaridades de la biología reproductiva, sobrevivencia, los patrones complejos de distribución y migración y las características de selectividad de las redes y palanques utilizados en las capturas de tiburones; de igual manera, de la determinación de apropiados puntos de referencia biológicos para las diferentes especies de tiburones.

Los tiburones pueden ser aprovechados de forma sustentable, aunque los niveles de producción deberán ser limitados por la capacidad reproductiva de las especies objetivo. Por tal motivo es fundamental conocer el potencial reproductivo de las principales especies que se capturan en aguas del Golfo de México.

La carencia de series históricas de información sobre capturas y esfuerzo y el desconocimiento del esfuerzo pesquero aplicado en esta pesquería, hace necesario que se lleven a cabo las siguientes acciones que permitan el ordenamiento de la pesquería:

- Conocer el esfuerzo pesquero aplicado en las pesquerías ribereñas y de mediana altura, caracterizando las unidades de pesca, los equipos y artes de pesca que se emplean en la captura de tiburones.
- 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 bitácora de pesca artesanal.



Los resultados del análisis demográfico para el cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, demostraron que es una especie vulnerable a la presión de pesca (Márquez y Castillo, en prensa). Se observó que más del 90% de las capturas de esta especie en 1994, correspondieron a individuos inmaduros.



El nivel de esfuerzo estimado (registrado durante un año) y la edad estimada de primera captura, indicaron que la población de *Rhizoprionodon terraenovae* en el Golfo de México es sensible a intensos y prolongados regímenes de pesca, por lo que de no manejarse con un enfoque precautorio, como el no incrementar el esfuerzo de pesca y reducir la mortalidad por pesca en las épocas de alumbramiento y crianza, la población de esta especie corre el riesgo de sufrir una importante disminución en sus abundancias a mediano plazo (5-10 años).

La población del cazón de ley es sensible a intensos regímenes de pesca, por lo que debe manejarse con un enfoque precautorio.

De lo contrario su población podría sufrir una fuerte disminución a mediano plazo.



Suponiendo que el esfuerzo de pesca real fue mayor al calculado en 1994, debe considerarse seriamente la posible restricción de las operaciones de pesca con redes agalleras con aberturas de malla menores a 8 pulgadas durante los meses de mayo y junio, dentro de las llamadas “áreas de crianza”, a fin de evitar la captura de una proporción importante de hembras grávidas y de tiburones neonatos, en regiones como el norte de Tamaulipas y en la Sonda de Campeche (Tabasco, Campeche y Yucatán).

Para obtener un plan de manejo de pesca responsable se deberán efectuar investigaciones sobre los siguientes aspectos: 1) implementar un sistema de monitoreo continuo de las capturas y desembarques de tiburones; 2) ubicar las principales áreas de crianza de tiburones de importancia comercial; 3) determinar los periodos de apareamiento y alumbramiento de las principales especies; 4) conocer los periodos de residencia en las áreas de crianza de los individuos neonatos y 5) evaluar el impacto de la pesca ribereña (mortalidad por pesca) en los individuos de estadios tempranos e inmaduros.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Debido a la importancia que los tiburones representan desde el punto de vista económico para México y Estados Unidos en la región del Golfo de

México, en noviembre de 1994 se estableció el Grupo de Trabajo sobre Tiburones entre el INP y el Centro de Ciencia Pesquera del Sureste (SEFSC, siglas en inglés) de Miami, Florida, del NMFS, dentro del Programa de Cooperación MEXUS-GOLFO, con el objeto de conjuntar esfuerzos dirigidos a incrementar el conocimiento de este grupo de peces.

La principal línea de investigación México-Estados Unidos está enfocada a la detección y estudio de las principales áreas de crianza de tiburones de importancia comercial en la región del Golfo de México.

Durante 1995, 1996 y 1997 se han llevado a cabo cinco expediciones de marcado de tiburones juveniles, con personal científico del Centro para la Investigación de Tiburones del Laboratorio Marino de Mote (CSR/MML) de Sarasota, Florida, Estados Unidos; este centro es una organización no lucrativa que coopera formalmente con individuos nacionales e internacionales para la investigación científica de tiburones.

Las expediciones de marcado han sido en las siguientes zonas: Laguna de Yalahau, Bahía de la Ascención y Punta Allen, en Quintana Roó y en Chachalacas, Veracruz. En la Laguna de Yalahau se han marcado cerca de 510 tiburones, la mayor parte de ellos de la especie *Carcharhinus limbatus*. En los próximos años, los estudios

sobre las áreas de crianza para estimar el impacto que sufren éstas a consecuencia de la pesca tradicional se extenderá a regiones como las costas del norte de Tamaulipas y la Laguna de Términos, Campeche.



De igual forma y dentro del marco del Convenio MEXUS-GOLFO, en otoño de 1997 se llevó a cabo un crucero de investigación conjunta para estimar índices de abundancia relativa de las principales especies de tiburones de hábitos costeros en la franja costera del Golfo de México.



REFERENCIAS

- Anderson, E.D. 1990. Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. *In*: 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: 473-484.
- Bailey, M. 1997. NMFS takes aggressive stance to prevent continued overfishing. *Shark News*, Newsletter of the IUCN Shark Specialist Group 9: 1-10.
- Bonfil, S.R. 1987. Composición por especies de la pesquería de tiburón y cazón en Yucatán; y relaciones morfométricas de las principales especies. CRIP Yucalpetén. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Bonfil, S.R., D. de Anda & A.R. Mena. 1990. Shark fisheries in Mexico: the case of Yucatán as an example. *In*: 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: 427-441.

- Bonfil, S.R., D. de Anda & A.R. Mena. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis* from the Campeche Bank, Mexico. *In*: Branstetter, S. (ed.) Conservation Biology of Elasmobranchs. NOAA Technical Report NMFS 115: 73-86.
- Cailliet, G.M., R.L. Radtke & B.A. Welden. 1986. Elasmobranch age determination and verification: a review. *In*: T. Yeno, R. Arai, T. Taniuchi & K. Matsuura (eds.). Indo-Pacific Fish Biology. Ichthyological Society of Japan: Tokyo: 345-60.
- Cailliet, G.M. 1990. Elasmobranch age determination and verification: an updated review. *In*: 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 90:157-165.
- 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. Bedford & 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: 1313-1330.
- Castillo, G.J.L. 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón de México. INP-SEPESCA, México.
- Castro, J.I. 1983. The Sharks of North American Waters. Texas A&M. University Press, College Station, Texas. 179 p.
- Castro, J.I. 1987. The position of sharks in marine biological communities. *In*: Cook, S. (ed.). Sharks, An Inquiry into Biological Behavior, Fisheries and Use. Oregon State University Extension Service, Corvallis: 11- 17.
- Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environ. Biol. Fish.* 38: 37-48.
- CITES. 1996. Biological and trade status of sharks. Report of the CITES Animals Committee (Pursuant to Resolution Conference 9.17).

- Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop. 125 (4): 251-655.
- Compagno, L.J.V. 1988. Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton University Press, Princeton.
- Compagno, L.J.V. 1990. Sharks exploitation and conservation. *In*: 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: 391-414.
- Cortés, E. 1995. Demographic analysis of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the Gulf of Mexico. Fish. Bull. 93: 57-66.
- Cortés, E. Demographic analysis as an aid in shark stock assessment and management. Fisheries Research (in press).
- Cortés, E. and G.R. Parsons. 1996. Comparative demography of two populations of the bonnethead shark (*Sphyrna tiburo*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 709-718.
- FAO. 1994. 1993 Yearbook of Fisheries Statistics: Catches and landings. FAO Rome.
- Getz, W.M. & R.G. Haight. 1989. Population Harvesting: Demographic Models of Fish, Forest, and Animal Resources. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Hernández, C.A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis Profesional. ENCB, IPN, México.
- 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. *In*: 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.

- Hoff, T.B. 1990. Conservation and management of the western north Atlantic shark resource based on the life history strategy limitations of the sandbar shark. Ph. D. thesis, University of Delaware, Newark.
- Hoff, T.B. & J.A. Musick. 1990. Western north Atlantic shark-fishery management problems and information requirements. *In*: 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: 455-472.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions. *In*: Harden-Jones, F.R. (ed.). Sea Fisheries Research. Halsted Press, New York: 117-137.
- Jones, B.C. & G.H. Geen. 1977. Reproduction and embryonic development of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in the Strait of Georgia, British Columbia. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1286-1292.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York.
- Márquez-Farias, J.F. & J.L. Castillo. Fishery biology and demography of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, in the southern Gulf of Mexico. Fisheries Research (in press).
- NMFS. 1993. Federal management plan for sharks of the Atlantic ocean. NOAA-NMFS, Southeast Regional Office, St. Petersburg, Florida.
- Pratt, H.L. Jr. & 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. *In*: 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: 97-109.
- Pratt, H.L. Jr. & T. Otake. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. *In*: 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: 509-510.

Rodríguez de la Cruz, M.C., J.L. Castillo-Géniz y J.F. Márquez-Farías. 1996. Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Dirección General de Análisis de Pesquerías. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Seca, E.J.M., J.A. Uribe, G.D. Murillo y S.H. Hernández. 1986. Investigación biológico-pesquera de tres especies de cazón en el puerto de Campeche. CRIP Lerma. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (documento interno no publicado).

SEPESCA. 1987-1993. Anuarios Estadísticos. Secretaría de Pesca, México.

SEPESCA. 1990. Economía pesquera. Carta VI.5.1. En: Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía, UNAM. México.

SEMARNAP. 1994-1995. Anuarios estadísticos de pesca. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.

SEMARNAP. 1997. Indicadores de la producción pesquera. Dirección General de Estadística y Registros Pesqueros, Subsecretaría de Pesca, SEMARNAP, México.

Sminkey, T.R. & J.A. Musick. 1996. Demographic analysis of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* in the western North Atlantic. Fish Bull. 94: 341-347.

Uribe, J.A. 1984. Aspectos de la pesquería costera de tiburón y cazón en el estado de Campeche, México. CRIP Lerma. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Uribe, J.A. 1986. Las investigaciones biológico-pesqueras de tiburón y cazón en el estado de Campeche, México. CRIP Lerma. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Uribe, J.A. 1990. Guía de campo para la identificación de tiburones y cazones de la sonda de Campeche. Ser. Doc. Trab. INP SEPESCA 23: 1-48.

Uribe, J.A. y D. Murrillo. 1991. Descripción de las pesquerías de cazón y tiburón del estado de Campeche, México. Reunión Regional

de CRIPs para elaborar el Diagnóstico Pesquero de la Península de Yucatán. Yucalpetén, Yucatán, México (inédito).

- Uribe, J.A. 1993. Distribución, abundancia, estructura y biometría de especies de tiburones capturados en la zona de Campeche, México. Tesis de licenciatura en biología, Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- Walker, T.I. 1992. Fishery simulation model for sharks applied to gummy shark, *Mustelus antarcticus*, Günter, from southern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwater. Res. 43:195-212.
- Walker, T.I. 1994a. Stock assessment of the gummy shark, *Mustelus antarcticus* Günter, in Bass Strait and off South Australia. In: Hancock, D.A. (ed.). Population Dynamics for Fisheries Management. Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings, Perth, Australia, 24-25 August 1993: 173-187.
- Walker, T.I. 1994b. Fishery model of gummy shark, *Mustelus antarcticus* for Bass Strait. In: Bishop, I. (ed.). Proceedings of Resource Technology '94 New Opportunities: Best Practice. The Centre for Geographic Information System and Modelling, University of Melbourne, Australia: 422-438.
- Walker, T.I. 1996. Can shark stocks be harvested sustainably- a question revisited. Developing and Sustaining World Fisheries Resources: The State of Science and Management. Proceedings of the Second World Fisheries Congress, Brisbane, Australia. (1): 164 p.
- Wood, C.C., K.S. Ketchen & R.J. Beamish. 1979. Population dynamics of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters. J. Fish. Res. Board Can. 36: 647-656.



APENDICE

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

Tabla de vida

La tasa instantánea de mortalidad natural M , fué calculada utilizando la ecuación de regresión propuesta por Hoenig (1983):

$$\ln(Z) = 1.46 - 1.01 \ln(E_{\max})$$

la cual permite calcular la mortalidad total Z como una función de la longevidad $E_{\max}$ en años, asumiendo que si la población se encuentra en equilibrio o ligeramente explotada, entonces Z puede ser proporcional a M .

Los parámetros demográficos fueron calculados de acuerdo a la metodología convencional (Krebs 1985; Getz y Haight 1989) y la recomendada por Cailliet (1992) y Cortés (1995) para tiburones. Los parámetros de salida del análisis demográfico incluyen la tasa neta reproductiva R_0 , la cual está dada por:

$$R_0 = \sum_{e=0}^{E_{\max}} S_e m_e$$

donde S_e y m_e son la sobrevivencia y la fecundidad a la edad e respectivamente.

El tiempo generacional G , fué calculado con la siguiente función:

$$G = \frac{\sum_{e=0}^{E_{\max}} S_e m_e e}{R_0}$$

y la tasa intrínseca de incremento poblacional r . El parámetro, r , fue refinado con el método de Newton a través de la ecuación de Euler-Lotka (Krebs 1985).

La ecuación Euler-Lotka es:

$$\sum_{e=0}^{E_{max}} S_e m_e \exp^{-re} = 1$$

donde S_e y m_e fueron descritas y r es la tasa intrínseca de incremento de la población.

El valor teórico (años) del tiempo de duplicidad poblacional, $tx2$, fué calculado como:

$$tx2 = \ln(2) / r$$

Modelo dinámico

Con la finalidad de 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:

$$L_e = L_{\infty} [1 - \exp^{-K(e-t_0)}]$$

el peso del tiburón, w_i , está relacionado con la longitud por una curva de poder:

$$w_e = a L_e^b$$

La sobrevivencia de los tiburones reclutados a la edad e en el año t se asume que está dada por:

$$\exp^{-M - F_{et}}$$

desde que e^3 , E_{pc} y F permanece constante para todas las edades reclutadas.

La sobrevivencia de los pre-reclutas en el año t está dada por

$$\exp^{-M},$$

mientras que el número de tiburones reclutados de edad e en la población al inicio del año t y sobreviviendo al inicio del año $t + 1$ está dado por:

$$N_{e+1, t+1} = N_{et} \exp^{-M - F_{et}}$$

El número de tiburones pre-reclutas de edad e en la población al inicio del año t y sobreviviendo al inicio del año $t + 1$ está dado por:

$$N_{e+1, t+1} = N_{et} \exp^{-M}$$

Se consideró que las hembras de la población que se reproducen al año y_e , ($e \geq E_{mad}$) es igual a 1.0, lo cual significa que todas las hembras se reproducen en la misma proporción, después de alcanzar la edad de madurez, E_{mad} .

La fecundidad se estimó como el número promedio de nacimientos por año por hembra de edad e , asumiendo que es igual al número de embriones contenidos por cada hembra preñada:

$$m_e = a + b L_e$$

donde a y b son parámetros de la regresión entre la longitud total de la madre, L_e , y el número de embriones m_e . El número total de neonatos, n_{et} , producidos por hembra de edad e , al inicio del año t , está dado por:

$$n_{et} = N_{et} m_e y_e$$

donde N_{et} = número de hembras de tiburón a la edad e , al año t .

El cálculo de la tasa neta reproductiva, R_o , se realizó sólo para hembras. La proporción sexual de los embriones fue de 1:1 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 $t+1$, $N_{o, t+1}$, está dado por:

$$N_{o, t+1} = \sum_{e=0}^{E_{max}} n_{et} = R_o$$

Rendimiento por recluta

El rendimiento por recluta del cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, fué calculado de acuerdo con Beverton y Holt (1957) utilizando la fórmula:

$$Y / R = W_{oo} F \left[\frac{1}{Z} - \frac{3 \exp (-K r_1)}{Z + K} + \frac{3 \exp (-2 K r_1)}{Z + 2 K} - \frac{\exp (-3 K r_1)}{Z + 3 K} \right]$$

donde:

Y/R = rendimiento por recluta (g),

$r_1 = Epc - t_o$ (previamente definidos),

W_{oo} = Peso máximo transformado de $L_{oo} = 108$.

aleta amarilla

aleta
negra

albacora

atún

bonito

atún
atún

aleta
amarilla

aleta azul

albacora

amarilla

aleta negra

bonito

“wahoo”
“wahoo”

bonito

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE ATÚN EN EL GOLFO DE MÉXICO

ESPECIE: Atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*).

- Especie migratoria con amplia distribución.
- Pesquería oceánica con palangre.
- Stock aprovechado por flotas internacionales. Captura integrada por peces adultos.
- Baja proporción de captura incidental: picudos, tiburones y peces varios.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 1,096 toneladas: 48% con respecto al máximo histórico (1995).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Modelo dinámico de biomasa de Schaeffer, análisis de cohortes (VPA).

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Con potencial de desarrollo.

MEDIDAS DE MANEJO

- Regulación del esfuerzo pesquero por características y un límite de 45 embarcaciones (NOM-023-PESC-1996).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Garantizar el desarrollo sostenible de la pesquería.

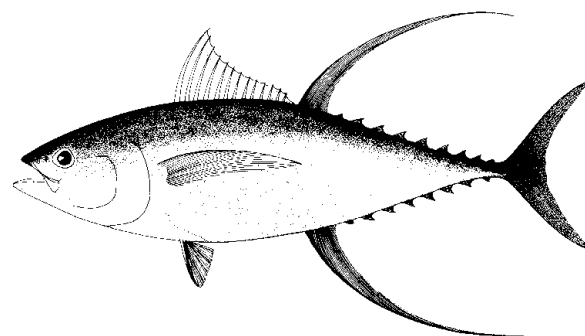
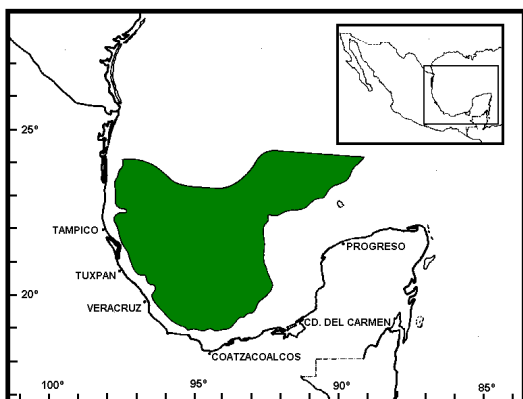
..... ATÚN DEL GOLFO DE MÉXICO

Thunnus albacares
Katsuwonus pelamis

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

La importancia de esta pesquería se puede valorar desde varios puntos de vista. En el aspecto económico, se estima que la actividad genera ingresos anuales brutos superiores a 12,000,000 USD, por concepto de exportaciones (SEMARNAP, 1996a), lo que la sitúa dentro de las nueve pesquerías más importantes de México, promoviendo el desarrollo regional a través de la inversión y la generación de empleos directos e indirectos.



El volumen anual de producción de atún asciende a 1,090 t en peso desembarcado (SEMARNAP, 1996b). Asimismo, a nivel nacional representa una fuente de alimentos de moderada importancia por el consumo humano directo de las especies de acompañamiento, que se capturan de manera incidental.

*La pesquería de atún
en el Golfo de México,
se ubica en el noveno
sitio por su
importancia
económica.*

En proporción a otras capturas palangreras de atún aleta amarilla del Atlántico *Thunnus albacares* (Bonaterre, 1788), la pesquería mexicana

obtiene el 37.1% del capturado en el Golfo de México (2,937 t), el 11.3% del Atlántico occidental (9,651 t) y el 6.0% del total de palangre del Atlántico (U.S. Department of Commerce, 1996; CICAA, 1996).

Con respecto a la captura global de atún aleta amarilla en el Océano Atlántico (124,618 t) la captura nacional es el 0.9% (Fig. 1).

biental y de tecnología de capturas que, recabada de manera sistemática, contribuye al conocimiento del estado de varias poblaciones de peces y otros individuos que integran la comunidad pelágica, en el área de operación de la flota palangrera mexicana.

Con este trabajo se pretende difundir los conocimientos actuales acerca de

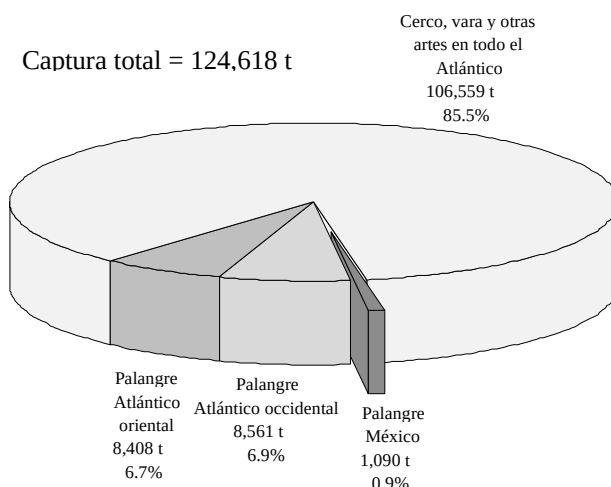


Fig. 1. Participación de la pesquería palangrera mexicana en las capturas de atún aleta amarilla del Océano Atlántico (1995).

En el ámbito de la política exterior, esta actividad juega un papel estratégico al ser actualmente la única pesquería oceánica-pelágica en operación, que ocupa geográficamente la Zona Económica Exclusiva de México (ZEEM) en el Golfo de México y realiza un aprovechamiento integral de los recursos vivos, propios de ese ambiente.

En cuanto a la investigación científica pesquera, las operaciones de la flota proveen información biológica, am-

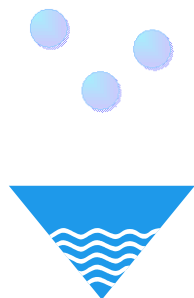
la pesquería, el estado del recurso y los fundamentos para las decisiones de manejo sustentable de la actividad.



La pesca de atún aleta amarilla por la flota mexicana, constituye el 37.1% en el Golfo de México.

Al igual que en el Océano Pacífico, Japón fue el primer país que desarrolló una pesquería de atún en el Golfo de México, utilizando como arte de pesca el palangre de deriva. Después de una breve pesca exploratoria en octubre de 1957, las operaciones regulares se iniciaron en 1963 y continuaron hasta 1982, aunque con ciertos cambios en cuanto a zona y temporada de pesca a lo largo del periodo (Compean y Yáñez, 1980).

Antes de 1974, las operaciones se realizaron principalmente en la región sur del Golfo de México, con el atún aleta amarilla como especie objetivo. A partir de ese año la flota se desplazó hacia las zonas central y norte y concentró su actividad en los meses de primavera, al comprobar la elevada abundancia estacional del atún aleta azul (Shingu & Hisada, 1977; López *et al.*, 1979), cuya presencia en las capturas de atún se incrementó 10 veces, de 1.3% en 1973, a 13% en 1975.



Estados Unidos operó una pequeña pesquería de atún en el Golfo de

México a finales de la década de años cincuenta (Iwamoto, 1965; Compean, 1991). Sin embargo, fue desde 1984 cuando se registraron capturas palangreras de atún aleta amarilla con regularidad. Esta pesquería coexiste actualmente con la pesquería mexicana en el Golfo de México.

A partir de 1963 Cuba obtuvo capturas palangreras constantes de atún aleta amarilla, pero en volúmenes inferiores en promedio a las 1,000 t anuales en el Mar Caribe y aguas adyacentes al Golfo de México, debido a que la especie objetivo de su pesca ha sido generalmente el pez espada (CICAA, 1992).

La pesca palangrera de México es una actividad en desarrollo que se inició en 1982. En 1980 el INP, a través de sus programas de investigación tecnológica, programó una serie de cruceros de pesca exploratoria con palangre de deriva en el Golfo de México. Los cruceros se iniciaron en 1981 y las buenas capturas logradas propiciaron la adaptación de varios barcos comerciales en el puerto de Alvarado, Ver., con miras a un aprovechamiento del atún en mayor escala (Grande-Vidal *et al.*, 1988).

Japón fue el precursor de esta pesquería usando palangre a la deriva. Después de desarrollar pesca exploratoria en 1957, la actividad se regularizó e inició en 1963 hasta 1982.

Una flota integrada por seis barcos pequeños comenzó a pescar en 1982 y en 1984 las capturas alcanzaron el valor máximo, con 16 embarcaciones en funcionamiento que sumaban cerca de 800 t de capacidad de bodega. Posteriormente, las capturas descendieron por razones de tipo administrativo y en 1988 la flota ya no operó (González-Ania y Zárate, 1991).

En 1984, E.U. reportó regularidad en sus capturas de atún con palangre. Esta pesca en México inició en 1982, sin embargo, debido a cuestiones administrativas en 1988 la flota ya no operó a pesar de haber obtenido buenos niveles de captura durante ese periodo

En 1989 un grupo de empresarios mexicanos del sector privado, motivados por los resultados de la flota de Alvarado, decidió invertir en la pesca de atún con palangre y puso en funcionamiento una pequeña flota con base en el puerto de Yucalpetén, Yuc. Durante los años siguientes se han incorporado más embarcaciones, principalmente con base en el puerto de Tuxpan, Ver. Otro puerto con actividad atunera ha sido Tampico, Tamps. y estacionalmente Alvarado y

Veracruz, Ver. Los resultados han sido muy satisfactorios, puesto que en 1997 se capturó el máximo histórico en el Golfo de México con 1,096 toneladas (cifras preliminares de la SEMARNAP).

Desde el punto de vista histórico, la especie objetivo de la pesca internacional en el Golfo de México ha sido el atún aleta amarilla (Fig. 2), seguido por el atún aleta azul; en forma incidental se ha capturado patudo, atún aleta negra, barrilete, bonito, albacora y wahoo. En cuanto a los picudos, las pesquerías palangreras han estado dirigidas al pez espada (Scott *et al.*, 1992; Farber, 1992).

Por su parte, la pesquería mexicana en el Golfo de México se ha sustentado principalmente en el atún aleta amarilla y de manera ocasional se capturan las demás especies de escómbridos, así como otros grupos de peces. Durante 1995 la composición de la captura estuvo integrada por el 56.76% de atún aleta amarilla, 0.53% de otros atunes, 15.34% de peces picudos, 4.78% de tiburones y 22.58% de peces varios.

Mientras que la pesquería internacional de escómbridos se dirige fundamentalmente al atún aleta amarilla, seguido por el aleta azul, en México se ha sustentado principalmente en el aleta amarilla, siendo ocasional la captura del resto de los atunes.

El periodo de vida máximo se sitúa entre 10 y 15 años, si bien en las pesquerías del Atlántico sólo se distinguen con claridad seis clases anuales (0 a 5+). La mortalidad natural (M) es elevada y se estima en 0.8 para las clases de edad 0 a 1 y en 0.6 para edades superiores (Fonteneau, 1994). El rango común de talla en las capturas cubre de 35 a 180 cm de longitud furcal, equivalente en peso a 0.8 y 111 kg.

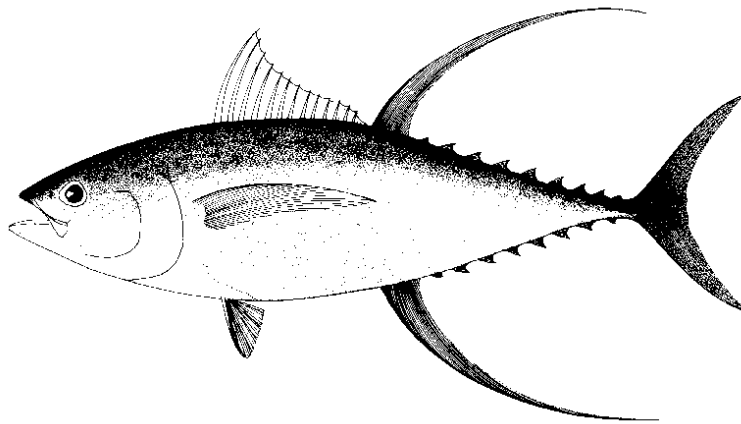


Fig. 2. Atún aleta amarilla, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788).

BIOLOGÍA

El atún aleta amarilla pertenece a la familia Scombridae. Es un pez marino epipelágico que habita capas oceánicas relativamente superficiales (de 0 a 300 m) en las aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos.

En el Atlántico su zona de mayor abundancia se localiza entre las latitudes 40° N y 15° S. Esta especie efectúa importantes migraciones tróficas y de reproducción durante su ciclo de vida (Cayré et al., 1991).

Aunque la talla promedio es de 107 cm de longitud furcal con un peso promedio de 56 kg se registró un ejemplar de 210 cm y 176 kg en un viaje de pesca deportiva.

El mayor ejemplar conocido del Océano Atlántico fue capturado en

pesca deportiva con una talla de 210 cm y peso de 176 kg.

La relación talla-peso recomendada por la CICAA (Miyake, 1990) tiene la siguiente expresión:

$$PV = (2.153 \times 10^{-5}) LF^{2.975}$$

donde:

PV = Peso vivo

LF = Longitud furcal

Los sexos están diferenciados pero no existen caracteres externos que permitan distinguirlos. La fecundación es externa y el desove se realiza en aguas superficiales (0-50 m) con temperatura superior a 25° C, generalmente entre 28 y 30 °C. El diámetro de los huevos es de 1.0-1.5 mm y después de la fecundación eclosionan rápidamente (24 horas). La fase larvaria planctónica sólo dura unos 15 días.

Las hembras más pequeñas encontradas en estado de madurez sexual (talla mínima de primera madurez) miden de 50 a 60 cm de LF (2.4-4.2 kg; 0.5 < edad < 1.5) (Rossignol, 1968); la talla de primera madurez (50%) se ubica entre 97 y 101 cm (17.5-19.8 kg; 2.5 < edad < 3.0). A partir de 108 cm (24.1 kg; 2.5 < edad < 3.0) todas las hembras son sexualmente maduras (talla de madurez completa) (Albaret, 1977).

Sin embargo, en este aspecto existen diferencias entre los atunes que se capturan en superficie (0-80 m) y los que viven en profundidad, que son capturados con palangre (80-200 m), siendo la madurez de los primeros

más precoz (Fontana y Fonteneau, 1978).

La talla de madurez completa promedio de las hembras es de 108 cm es decir, a partir de esa talla, todas las hembras son sexualmente maduras.

La fecundidad del atún aleta amarilla varía con la talla del individuo. Así, en términos generales la fecundidad parcial oscila entre uno y seis millones de huevos por puesta. El desove es de tipo heterócrono con cuatro a diez emisiones de huevos al año, por lo que la fecundidad anual va de 4.0 a 60 millones de huevos por hembra.

Las zonas y temporadas de desove son muy amplias; existe una zona principal que permanece casi todo el año, situada directamente al norte y sur del Ecuador y dos zonas en ambos trópicos en las cuales el desove se limita a la estación cálida.

Esta estrategia reproductiva es causa de la escasa variabilidad en las tasas de reclutamiento del recurso, que se estiman entre uno y cinco. (Fonteneau, 1982).

Las proporción de sexo muestra variaciones significativas cuando se analizan por talla y profundidad de captura. En general, la mayoría de los peces grandes son machos, mientras que las hembras muestran un leve exceso promedio en tallas intermedias.

Un aspecto importante es que los atunes que se capturan en superficie (hasta los 80 m), maduran más

1. Por una **curva de crecimiento** distinta entre los adultos de cada sexo y sobre todo con una talla máxima más pequeña para las hembras.
2. Por una **mortalidad mayor** en las hembras.
3. Por una **combinación** de ambas hipótesis.

Actualmente no se dispone de elementos que permitan decidir al respecto.

En este caso se encuentra diferencia nuevamente al desglosar las capturas de superficie (cerco y vara) de las palangreras: en la pesca de superficie la proporción favorece a los machos y en la de palangre las hembras son más numerosas. El predominio global de las hembras en la captura de palangre se debe a una sobreabundancia de éstas en tallas inferiores a 150 cm de LF. Asimismo, el predominio de machos es patente en la captura de superficie a partir de una talla de 140 cm, mientras que lo mismo ocurre en la captura palangrera, pero en tallas superiores a 150 cm (Capisano et Fonteneau, 1991).



En los atunes grandes este fenómeno puede explicarse de diferentes maneras:



Actualmente las evaluaciones del atún aleta amarilla que realiza la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) emplean la hipótesis de trabajo de un

sólo stock en el Océano Atlántico, sujeto a explotación por flotas internacionales.

Esta decisión fue tomada en 1993 por el Grupo de Trabajo sobre el Atún Aleta Amarilla del Atlántico, basándose principalmente en las recapturas transoceánicas de peces grandes ($LF > 100$ cm) marcados dentro de un programa que se inició en 1987. A la fecha se han recuperado en el Atlántico oriental 27 ejemplares marcados en el Atlántico noroeste (CICAA, 1996).

Se supone que la población de atún aleta amarilla que actualmente se explota por la flota internacional en el Atlántico está formada por un sólo stock.

Bajo esta hipótesis y de manera simplificada, el *modelo migratorio* propone una zona principal de reproducción y crecimiento en el Atlántico oriental, donde los atunes **juveniles** ($LF < 65$ cm) son más sedentarios y sólo realizan movimientos de corta escala a lo largo de la costa de África.

Los atunes **preadultos** (65-110 cm) incrementan su movilidad en la misma región y comienzan a migrar hacia el oeste, cruzando el océano hasta el norte de Venezuela y Brasil, que también constituye una zona importante de reproducción; quizá una fracción se traslada más al norte, alcanzando las costas de Norteamérica.

Posteriormente, una proporción de los **adultos reproductores** ($LF > 110$ cm) del Atlántico noroeste y Golfo de México realizan una migración transoceánica de mayor extensión, hacia la zona de desove del Atlántico oriental, completando el circuito migratorio (Bard et al., 1991).

El modelo migratorio supone un circuito en el que participan todos los organismos en sus diferentes etapas de vida, así como una zona principal de reproducción y crecimiento localizada en el Atlántico Oriental en donde concluye este circuito

A escala regional, el atún aleta amarilla se encuentra presente en el Golfo de México durante todo el año, zona en donde es el objetivo de las pesquerías de palangre de Estados Unidos y México.

Sin embargo, la magnitud e importancia de los procesos de inmigración y emigración entre el Golfo de México, el Mar Caribe y el Atlántico occidental se conocen de manera fragmentaria.



Actualmente el INP investiga los desplazamientos estacionales del recurso dentro del Golfo de México, con información de observadores científicos a bordo de la flota palangrera. El atún aleta amarilla desova en la ZEEM del Golfo de México, como lo han confirmado los estudios de larvas (Ramírez y Ornelas, 1984; Olvera *et al.*, 1988; Ramírez *et al.*, 1993) y están en proceso de análisis otros aspectos que contribuyan al conocimiento del esquema reproductivo en la región y su aportación relativa al stock del Atlántico.

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

La pesca de atún con palangre en el Golfo de México se realiza en aguas oceánicas, pero frecuentemente en áreas cercanas a la plataforma continental.

La actividad se ha limitado a la ZEEM del Golfo de México (Fig. 3), con incursiones esporádicas en la ZEEM

del Mar Caribe, a fines de los años ochenta y principios de los noventa.

En 1995, operaron en el Golfo de México 26 embarcaciones, encontrándose escameras y algunas camareras equipadas con palangre para la captura de atún.



La flota palangrera del Golfo de México está integrada por embarcaciones escameras y algunas camareras, adaptadas para la pesca con palangre. En promedio registran 22 m de eslora, una capacidad de acarreo de 15 t y autonomía de mar hasta de 30 días. Durante 1995 operaron en el Golfo de México un total de 26 barcos palangreros.

El arte de pesca que se utiliza, co- bles dependiendo de la estrategia de

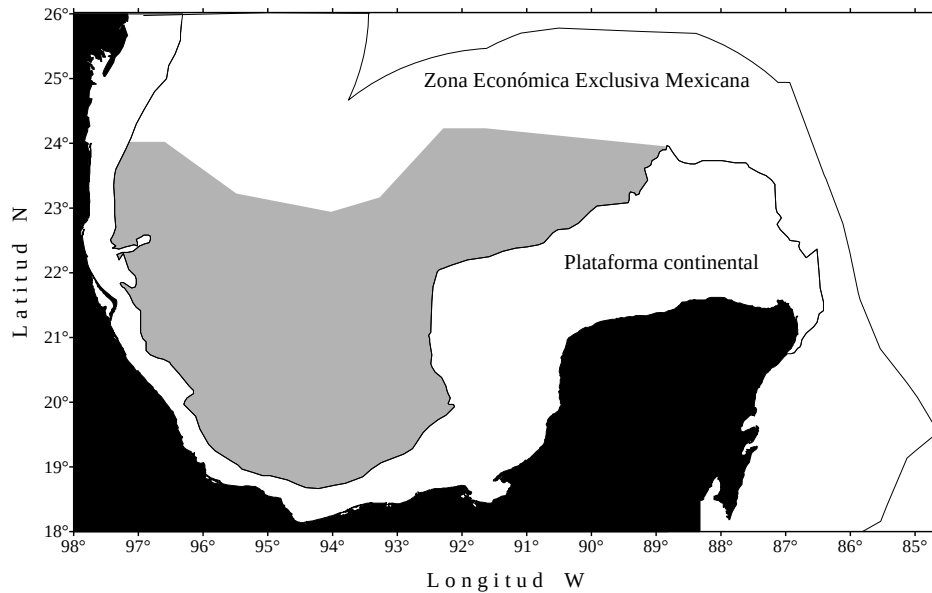


Fig. 3. Área en que opera actualmente la flota palangrera mexicana, para la pesca de atún aleta amarilla.

múnmente denominado “palangre a la deriva” (tipo americano), consiste en una línea principal de monofilamento (“línea madre”) de nylon (4.0-4.5 mm Ø, 545-614 kg), que está sostenida en sentido horizontal por una serie de flotadores con líneas de monofilamento (“orinques”) verticales (1.8-2.0 mm Ø, 136-183 kg).

A su vez, de la línea madre penden a intervalos regulares otras líneas con especificaciones semejantes a las de los orinques (“reinales”), cada una con un anzuelo en el extremo (generalmente “circular” o “garra de águila” 16/0).



La extensión del palangre y las dimensiones de sus partes son varia-

pesca, pero típicamente la línea madre cubre una distancia de 55 a 75 km, con un promedio de 900 anzuelos; usualmente se colocan cuatro reinales (a veces cinco) a intervalos de 50 m aproximadamente, entre cada par de flotadores.

La longitud de los orinques suele variar entre 46 y 55 m, la de los reinales de 13 a 27 m. El equipo queda finalmente integrado con accesorios de señalización y localización: radio-boyas (dos a cuatro), pantallas reflectoras de radar (siete a diez) y lámparas de luz intermitente (una a tres).

Como carnada se utilizan peces vivos, que normalmente son capturados por las mismas embarcaciones mediante varas y líneas con múltiples anzuelos, usando como señuelos

fragmentos de material sintético. La especie preferida es un carángido conocido como “ojón” (*Selar crumenophthalmus*).

aproximadamente 4,000 peces (en condiciones favorables). A continuación el barco navega hasta la zona de pesca, donde en las primeras horas de la madrugada comienza la manio-

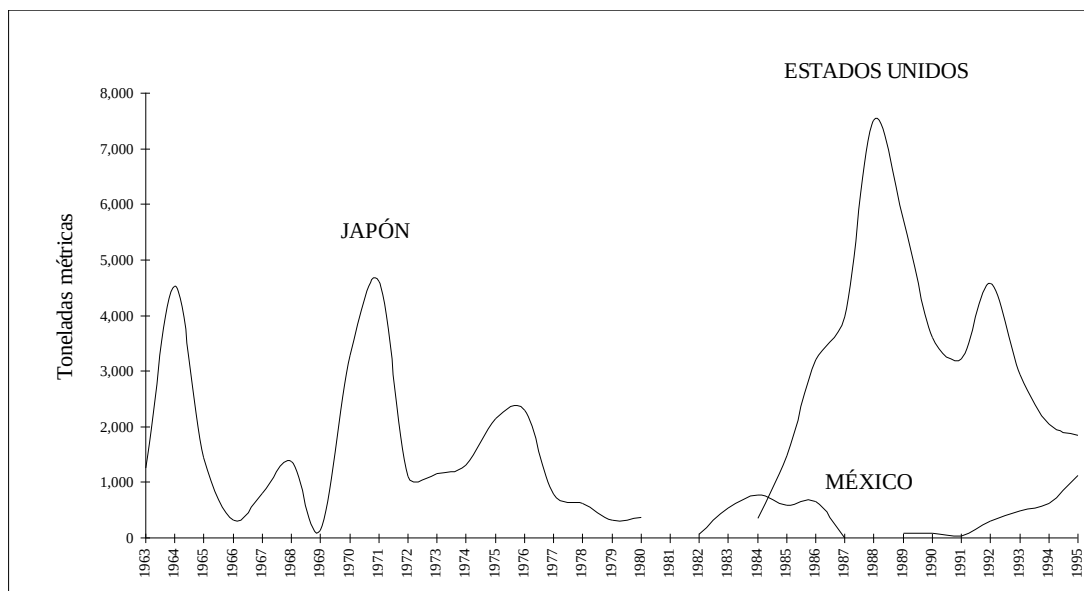


Fig. 4. Tendencia histórica de las capturas internacionales de atún aleta amarilla en el Golfo de México, 1963 - 1995.

La pesca de los carángidos que sirven de carnada viva para la pesca del atún dura entre 5 a 7 horas.

Una maniobra de pesca tipo, comienza con la pesca de carnada, que debe realizarse en noches sin luna y con el auxilio de luces a bordo para concentrar los peces alrededor del barco; esta fase tiene una duración de cinco a siete horas, para capturar

bra del lance con el calado o largado de la línea madre y todos los componentes del palangre, por la popa; esta etapa dura unas cuatro horas, variando según el número de anzuelos y el estado del mar. Al terminar, la embarcación se mantiene en las cercanías y se traslada al extremo del inicio del calado, que es el primero en levantarse. El cobrado o virado del palangre se efectúa por una banda y se inicia antes del mediodía; su duración (seis a doce horas) depende de muchos factores, entre ellos el número y tipo de peces capturados, las condiciones climáticas y del mar o la ocurrencia de averías.

La maniobra del lance con el calado dura cerca de cuatro horas y el cobrado o virado del palangre tiene una duración de 6 a 12 horas. Ambas dependen de diversos factores como el tamaño del palangre y las condiciones climáticas.

La flota palangrera mexicana es muy homogénea en cuanto a embarcaciones, equipos, artes y maniobras de pesca, por lo que sus operaciones y resultados pueden enmarcarse dentro de una misma categoría.



τ Tendencias históricas

Como ya se mencionó, el atún aleta amarilla del Golfo de México ha sido aprovechado por las pesquerías de Japón, Estados Unidos y México, logrando niveles históricos de captura sensiblemente distintos (Fig. 4).

Actualmente la pesquería de atún que desarrolla Estados Unidos, coexiste con la pesquería mexicana en el Golfo de México.

Las capturas japonesas de atún aleta amarilla fueron muy variables entre 1963 y 1972, con un mínimo en 1969 y máximo en 1971. Posteriormente las capturas se comportaron de manera más estable, descendiendo entre 1976 y 1980.



Durante el periodo completo (1963-1980) Japón obtuvo una captura promedio anual de 1,548 t (31,019 peces), registrándose las mayores capturas de mayo a septiembre y las mínimas entre octubre y enero.



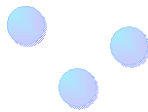
La pesquería de los Estados Unidos se puede dividir en dos etapas en cuanto a captura:

1. Un **ascenso**, desde el principio de las operaciones (1984) y hasta alcanzar el valor máximo de 7,514 t (150,581 peces) en 1988, cuando su flota contaba con 350-400 barcos (Russell, 1992). Se considera que este crecimiento se debió en parte a la transición hacia el uso de carnada viva (Browder *et al.*, 1989).
2. Posteriormente esta captura ha **descendido**, al igual que el número de embarcaciones, con un repunte temporal en 1992.



La captura promedio anual (1984-1995) equivale a 3,344 t. La mayor actividad de la flota se ha desarrollado entre los meses de junio y agosto.

Las pesquerías japonesa, norteamericana y mexicana han presentado varias etapas de descenso y crecimiento en cuanto a los niveles de captura.



En la evolución de las capturas de la pesquería mexicana se distinguen tres periodos:

1. El primero con una fase de aumento hasta 772 t (18,825

atunes), capturadas por 16 barcos luego una baja (con leve recuperación en 1986) que obedeció a problemas operativos en la flota de Alvarado, Ver. La captura promedio anual (1982-1987) fue de 437 t. Cabe señalar que en este periodo la pesca se realizó con palangres tipo japonés y carnada muerta. La flota era heterogénea en las dimensiones y potencia de pesca de los barcos. La actividad prácticamente se interrumpió en 1988.

2. En el segundo periodo (1989-1991) la actividad se reinició modestamente en 1989 con la flota de Yucalpetén-Progreso, Yuc., se caracterizó por bajos volúmenes de producción, registrando captura promedio anual de 71 t. Desde entonces se viene utilizando el palangre de monofilamento tipo americano, con carnada viva.
3. El periodo reciente se distingue por un aumento constante de las capturas (1992-1997), hasta llegar a un máximo histórico de 1096 t en 1997. (cifras preliminares de la SEMARNAP).

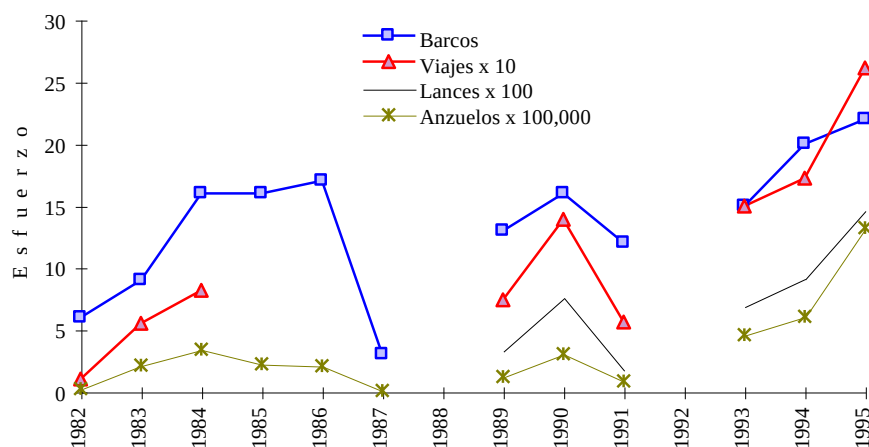


Fig. 5. Tendencia de cuatro medidas de esfuerzo pesquero de la flota palangrera mexicana, 1982 - 1995.

Diferentes medidas (subunidades) del esfuerzo pesquero ejercido por la flota mexicana exhiben tendencias semejantes entre sí, con dos periodos de ascenso-descenso (1982-1987, 1989-1991) en rangos equivalentes, seguidos por otra etapa de elevación continua (1993-1995), cuyos valores se inician al nivel de los

máximos previos (se carece de datos para 1992); comparativamente, en este lapso reciente la cantidad de viajes ha experimentado un crecimiento mayor que la de barcos; asimismo, la cifra de anzuelos ha aumentado más rápido que la de lances (Fig. 5).

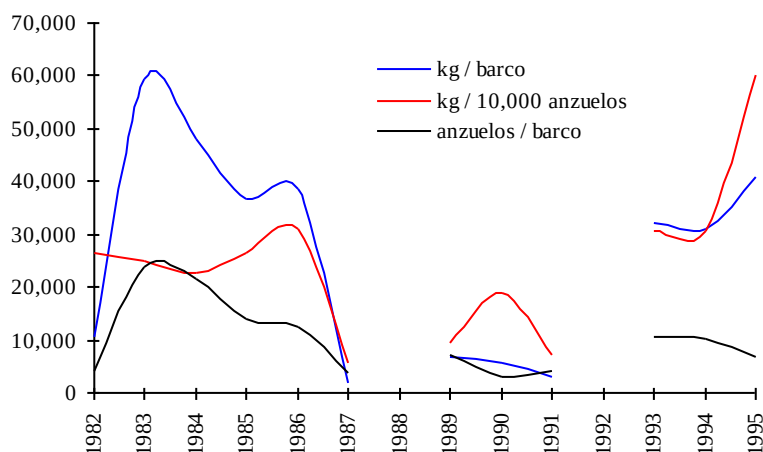


Fig. 6. Tendencia relativa de dos tipos de tasa de captura, respecto a un indicador de potencia de pesca (anzuelos / barco) de la flota palangrera mexicana, 1982-1995.



Entre las medidas de esfuerzo disponibles, el número de anzuelos es la menos dependiente de las variaciones de potencia de pesca de la flota.

En la *figura 6* se presenta la evolución comparativa de dos tipos de medida nominal de la CPUE. Se observa que la variación interanual de un indicador de potencia de pesca (anzuelos/barco) origina que la tasa de captura en kg/barco (promedio anual), se comporte en general de manera opuesta a la CPUE expresada como kg/100 anzuelos.

Esta circunstancia resulta evidente en el periodo 1993-1995, caracterizado por un marcado aumento del número de anzuelos calados y captura por embarcación, con descenso de la captura/100 anzuelos.

De igual modo, la pesquería palangrera de Estados Unidos experimentó una baja constante en la tasa de captura nominal (peces/1000 anzuelos) para el atún aleta amarilla del Golfo de México, desde más de 15 en 1992 (máximo 1987-1995), hasta menos de 10 en 1995.



La distribución geográfica de la captura y el esfuerzo experimenta varia-

ciones estacionales. Las fluctuaciones de las capturas responden a desplazamientos de corta escala del recurso, por causas tróficas y reproductivas. Los cambios en la distribución y magnitud del esfuerzo de pesca reflejan la estrategia de los pescadores para seguir los movimientos ("corridas") del atún, pero además dependen de factores climáticos.

Las fluctuaciones de las capturas responden a desplazamientos cortos del recurso por motivos tróficos y reproductivos. La distribución y magnitud del esfuerzo pesquero se da como una estrategia de respuesta a estos movimientos.

En el Golfo de México los vientos del norte que se presentan en invierno y parte de otoño y primavera, en combinación con el pequeño porte de las embarcaciones, dificultan las operaciones de la flota.

La captura y el esfuerzo presentan patrones espaciales y temporales semejantes, con valores máximos durante primavera y verano en la región suroeste de la ZEEM (al sur del paralelo 23° N) y menores en las porciones central, norte y noreste, en otoño e invierno (Fig. 7).

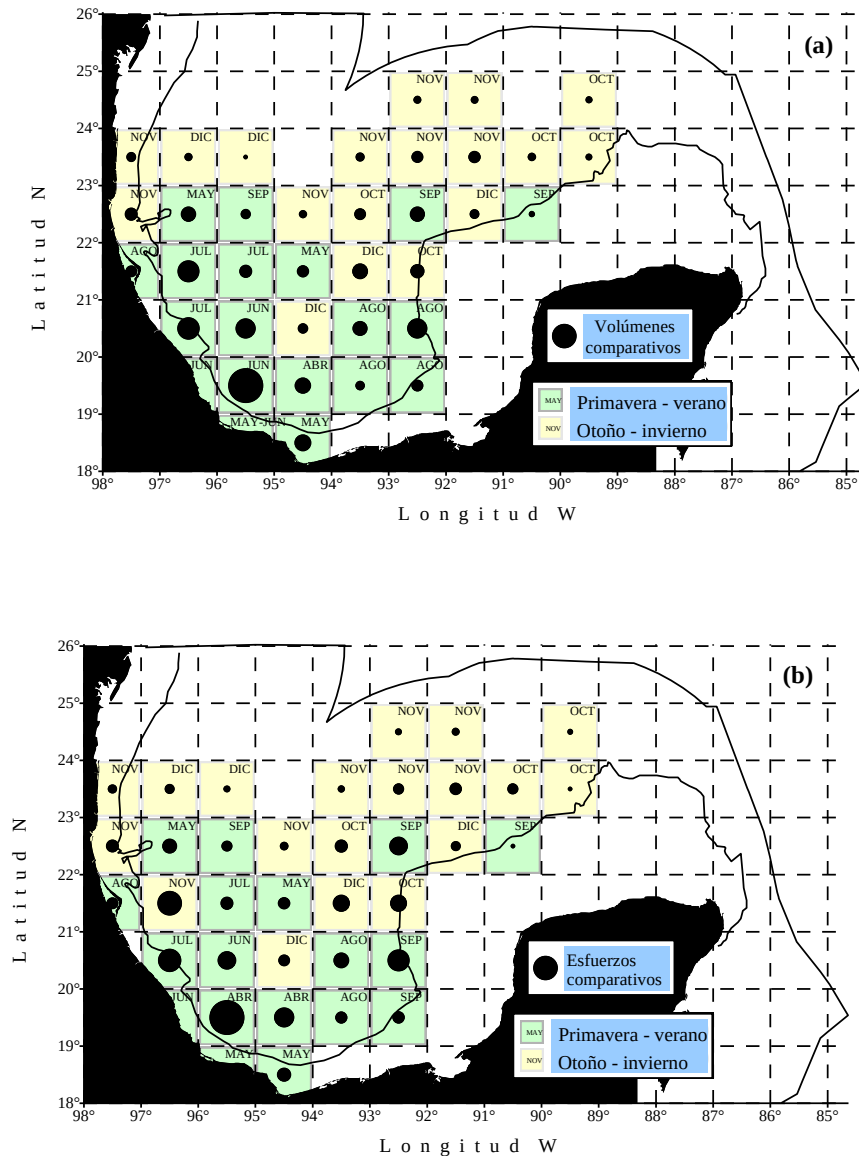


Fig. 7. Distribución geográfica y estacional de los valores máximos de captura y esfuerzo de la flota palangrera mexicana, 1994. En cada cuadrante de un grado se muestra el mes en que se registró (a) el volumen máximo de captura de atún aleta amarilla (número de peces) y (b) el esfuerzo máximo (número de anzuelos).

τ Pesca incidental

El palangre atunero empleado por la flota palangrera mexicana es un arte de pesca selectivo, con capturas integradas en más de 50% (con respecto

al peso o al número) por el atún aleta amarilla.

*Durante 1995, la
composición de la captura
de la flota mexicana se
integró por:
atún aleta amarilla: 56.76%
otros atunes: 0.53%
peces picudos: 15.34%
tiburones: 4.78%
otros peces: 22.58%*

La captura incidental está constituida por una variedad de peces predadores de la comunidad pelágica, en proporciones variables. Entre los más representados destacan los picudos, el peto, el dorado y algunos tiburones; el atún aleta azul, el patudo, el barrilete y otros tiburones son especies infrecuentes.

Una fracción de los peces capturados de manera fortuita habitualmente se libera en condiciones de sobrevivencia; el pez vela, los marlines, varios tiburones y peces con escaso valor comercial figuran entre las especies con los mayores porcentajes de liberación.

La parte de la captura que se descarta muerta está integrada en forma análoga, junto con individuos que carecen de valor por ser inferiores a la talla comercial o estar maltratados; este es el caso de una pequeña proporción del atún aleta amarilla, que se libera vivo cuando mide menos de 1.0 m ($\cong$ 20 kg) o se descarta dañado, frecuentemente mordido por tiburones o grandes odontocetos (Tabla 1).

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

El aprovechamiento de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal constituye una pesquería en pleno desarrollo y orientada hacia la pesca del atún aleta amarilla, lo que ha propiciado un crecimiento de la flota, por lo que es necesario establecer un régimen de pesca que garantice el desarrollo ordenado y sostenible de la pesquería dirigida hacia esta especie, así como contribuir a la conservación de especies capturadas incidentalmente.

*Es necesario el
establecimiento de
un programa de
pesca que garantice
el desarrollo
ordenado y
sustentable de la
pesquería de atún.*

Debido a lo anterior, el **Comité Consultivo Nacional de Normalización de Pesca Responsable** de la SEMARNAP, aprobó el *Proyecto de Norma Oficial Mexicana que Regula el Aprovechamiento de las Especies de Túnidos con Embarcaciones Palangreras en Aguas de Jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe (NOM-023-PESC-1996)*, en sesión celebrada el 10 de diciembre de 1996 (Diario Oficial de la Federación, 24.12.96 y D.O.F., 26.06.97).



La Norma fue publicada en el D.O.F. el 4 de agosto de 1997 entró en vigor al día siguiente de su publicación.

Este instrumento legal estipula que sólo se permite realizar la pesca comercial de atún con palangre a embarcaciones con eslora total máxi-

cipar se establece como 45 embarcaciones, cifra que será revisada periódicamente con base en los resultados de la investigación científica y tecnológica sobre el desarrollo de la pesquería.



Tabla 1. Composición, destino y uso de la captura incidental de la flota palangrera mexicana del Golfo de México, 1994.

N O M B R E		D E S T I N O			U S O	Proporción en la captura total	
COMÚN	CIENTÍFICO	% Retenido	% Liberado Vivo	% Descartado Muerto		% del peso	% del número
Peces no identificados		3.33	3.48	93.19	No se utiliza	0.59	4.44
Pez vela	<i>Istiophorus albicans</i>	40.36	21.15	38.49	Venta/consumo local	2.33	4.06
Peto (wahoo)	<i>Acanthocybium solandri</i>	95.40	0.13	4.47	Consumo local/venta	1.18	2.51
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	86.45	8.10	5.45	Venta/exportación	1.78	2.36
Atún aleta negra	<i>Thunnus atlanticus</i>	72.89	9.49	17.61	Consumo local/venta	0.29	2.15
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i> , <i>C. equiselis</i>	93.68	3.08	3.24	Venta/consumo local	0.90	2.14
Marlin azul	<i>Makaira nigricans</i>	67.53	15.10	17.37	Venta/consumo local	1.68	2.03
Marlines no identificados		51.18	28.35	20.47	Venta/consumo local	1.29	1.67
Tiburón puntas negras	<i>Carcharhinus brevipinna</i> , <i>C. limbatus</i> , <i>C. falciformis</i>	89.25	0.86	9.89	Consumo local/venta	2.37	1.53
Aceitoso (escolar)	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	2.41	22.65	74.94	No se utiliza	0.25	1.37
Marlin blanco	<i>Tetrapturus albidus</i>	73.65	21.18	5.17	Venta/consumo local	1.06	1.34
Barilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>	71.63	2.42	25.95	Consumo local/venta	0.16	0.95
Tiburones no identificados		59.72	10.42	29.86	Consumo local/venta	1.24	0.95
Otros tiburones (identificados)		91.94	8.06	0.00	Consumo local/venta	1.86	0.90
Patudo (ojón)	<i>Thunnus obesus</i>	85.94	3.91	10.16	Venta/exportación	0.47	0.42
Tiburón tigre (tintorera)	<i>Galeocerdo cuvier</i>	79.66	20.34	0.00	Consumo local/venta	0.55	0.19
Tiburón puntas blancas	<i>Carcharhinus longimanus</i>	95.12	4.88	0.00	Consumo local/venta	0.26	0.13
Atún aleta azul	<i>Thunnus thynnus thynnus</i>	93.33	0.00	6.67	Exportación	0.52	0.05
Barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>	0.00	100.00	0.00	No se utiliza	0.01	0.03
S U B T O T A L:						18.80	29.22
Atún aleta amarilla < 1 m / dañado	<i>Thunnus albacares</i>	94.74	0.97	4.29	Especie objetivo	3.14	3.72
CAPTURA INCIDENTAL TOTAL:						21.93	32.94

ma de 37 m, con un palangre atunero de superficie a la deriva por embarcación.

El número máximo de unidades de esfuerzo pesquero que pueden parti-

La NOM-023-PESC-1996 establece regulaciones específicas para las siguientes especies capturadas de manera incidental:

Atún aleta azul o rojo (*Thunnus thynnus*).

Pez espada (*Xiphias gladius*).

Pez vela (*Istiophorus albicans*).

Marlin (Géneros *Makaira* y *Tetrapturus*).

Tiburones

Para cada embarcación, la tasa anual de captura incidental de estas especies (en conjunto) no debe ser mayor del 20% de su captura nominal (total), obtenida durante un año calendario; los peces liberados en condiciones de sobrevivencia no se consideran parte de la captura incidental de la embarcación, para efecto del cálculo. Esto constituye un reconocimiento y un estímulo para el cumplimiento de las disposiciones.

La NOM-023-PESC-1996, estipula las características de las embarcaciones palangreras; un número máximo de 45 unidades de esfuerzo pesquero (variable de acuerdo a estudios científicos y técnicos), así como regulaciones para las especies capturadas incidentalmente.



La captura incidental de **atún aleta azul o rojo** sólo se puede retener si los individuos pesan como mínimo 30 kg ($LF \geq 115$ cm); los individuos

inferiores a ese peso o talla, así como el **marlin**, **pez vela** y **pez espada** de cualquier talla, se deben liberar en buenas condiciones de sobrevivencia, y sólo se podrán retener si se encuentran muertos al traerlos al costado del barco; en lo que respecta a **tiburones**, deben ser aprovechados íntegramente, quedando expresamente prohibido el aprovechamiento exclusivo de las aletas.

Los pescadores de atún deben participar en los programas de investigación de la pesquería de túnidos y permitir la participación a bordo de observadores científicos asignados por la SEMARNAP.



Los embarques de atún aleta azul o rojo con destino a la exportación deben acompañarse de un “Certificado de Participación en el Programa Estadístico”, que la CICAA ha puesto en funcionamiento para esta especie. Todo titular de un permiso o concesión tiene la obligación, entre otras, de participar en los programas de investigación de la pesquería de túnidos, de las poblaciones de especies capturadas incidentalmente y de las capturadas para usar como carnada. Asimismo, debe permitir la partici-

pación a bordo de observadores científicos autorizados por la SEMARNAP, apoyándolos y otorgándoles facilidades en todos los sentidos para el desempeño de sus funciones.



Los titulares de los permisos o concesiones, capitanes y técnicos de pesca de las embarcaciones, son responsables en el cumplimiento de esta Norma; las sanciones por no acatar las disposiciones de orden técnico que contiene, incluyen la revocación del permiso o concesión.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

Se han realizado pocas evaluaciones cuantitativas para el atún aleta amarilla del Golfo de México, (Compean, 1989; Brown *et al.*, 1990).



Prager & Browder (1991) consideran como hipótesis de trabajo que el aleta amarilla del Golfo de México constituye un stock o subunidad de stock del Océano Atlántico y aplicaron con carácter exploratorio un *modelo de dinámica poblacional* a los datos disponibles de captura y esfuerzo de las pesquerías de Japón, Estados Unidos y México (1963-1990).



El método utilizado se denomina ASPIC (*A Surplus-Production Model Incorporating Covariates*) y consiste en un modelo dinámico de biomasa de Schaefer que se ajusta a datos de captura y esfuerzo. Partiendo de estos datos facilita estimaciones de la Biomasa en el tiempo $t + 1$, mediante la ecuación:

$$B_{t+1} = - \frac{B_t K (qf_t - r) e^{r - qf_t}}{B_t r e^{r - qf_t} + r(K - B_t) - qf_t K}$$

donde:

B_t = Nivel de la biomasa en el tiempo t

K = Capacidad de carga de la población

r = Tasa intrínseca de crecimiento del stock

q = Constante de proporcionalidad

f = Esfuerzo de pesca en el tiempo t



El modelo también permite definir el rendimiento esperado ($\hat{Y}_t$) durante un periodo.

La ecuación que permite calcular este rendimiento en el tiempo t es:

$$\hat{Y}_t = \frac{qf_t K}{r} \ln \left[\frac{B_t r e^{r - qf_t} - qf_t K + Kr - B_t r}{Kr - qf_t K} \right]$$

Además es posible determinar la producción estimada (P_t) para el stock en el tiempo t :

$$P_t = B_{t+1} - B_t + Y_t$$

El modelo ASPIC permite asumir una condición dinámica (no hay equilibrio) ajustando una serie de ecuaciones directamente a los datos mediante técnicas de optimización estándar; los datos que se requieren son rendimiento (Y) y esfuerzo de pesca (f) para un periodo T (años) en donde $t = (1, 2, \dots T)$ y $T > 4$; también se requiere estimar los cuatro parámetros B_1 , r , K y q . Estos los obtiene directamente mediante el algoritmo “polytope”.

La optimización proporciona directamente una estimación de los cuatro parámetros mencionados e indirectamente la estimación de los niveles de biomasa del stock $B_2, B_3, \dots B_T$, así como la producción del stock en cada periodo. Dada una dinámica logística, el máximo rendimiento sostenible (RMS) es $Kr/4$, el cual se alcanza a un tamaño de stock de $K/2$; la tasa instantánea de mortalidad por pesca que genera el RMS es $r/2$ y la correspondiente tasa de esfuerzo por pesca es $r/2q$.



El mejor ajuste para el modelo se obtuvo mediante la minimización de

los residuales cuadrados (SsQ) en el rendimiento (Y) en la cual se aplica la restricción para que la biomasa del stock siempre sea menor que la capacidad de carga K .

$$SsQ = \sum_{t=1}^T \left(\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right)^2 + dwB \left(2 \frac{\hat{B}_1 - K}{\hat{B}_1 + K} \right)^2$$

donde:

Y_t = rendimiento obtenido (captura en peso) en el tiempo t

$\hat{Y}_t$ = rendimiento estimado en el tiempo t

B_t = nivel de la biomasa de la población en el tiempo t





Las principales ventajas del modelo ASPIC son: a) se trata de un auténtico modelo dinámico en condiciones de no equilibrio que tiene en cuenta las capturas de forma correcta; b) su concepto es sencillo, emplea una función analítica de la ecuación de producción; c) elimina la necesidad de emplear la captura por unidad de esfuerzo como índice de abundancia, práctica que ha sido criticada desde el punto de vista estadístico y d) puede modificarse fácilmente.

produjo un valor de $r = 0.52$, que en el modelo logístico equivale a $F_{\text{RMS}} = r/2 = 0.26$, cifra que se consideró muy baja para una especie dinámica como el atún, con altas tasas de crecimiento y mortalidad.

Basándose en argumentos biológicos y datos del Atlántico oriental (Fonteneau, 1989), se adoptó como hipótesis de trabajo que el stock de atún aleta amarilla del Golfo de México puede soportar en forma sustentable una tasa de mortalidad por pesca de 0.75 a 1.5 en términos de biomasa al año ($1.5 \leq r \leq 3$). Para efecto de una estimación específica, $r = 2.0$ es un valor representativo y conservador (Tabla 2).

La aplicación inicial del modelo

Dentro del rango de r , el **RMS** es

Tabla 2. Resultados de aplicación del modelo ASPIC a datos de captura y esfuerzo de las pesquerías palangreras del Golfo de México, para el rango $1.5 \leq r \leq 3$ y resultados específicos bajo el supuesto de $r = 2.0$

r	RMS	B_{RMS}	F_{RMS}	$f_{\text{M RMS}}$	$f_{\text{E RMS}}$	$f_{\text{J RMS}}$
1.5	8,969	11,960	0.75	6.965×10^6	15.656×10^6	12.76×10^6
2	10,490	10,490	1	8.167×10^6	18.64×10^6	14.96×10^6
2.5	12,040	9,632	1.25	9.394×10^6	21.702×10^6	17.21×10^6
3	13,550	9,030	1.5	10.590×10^6	24.713×10^6	19.40×10^6
r	B_{1963}	B_{1990}	K	q_{M}	q_{E}	q_{J}
2	25,270	20,000	20,980	1.224×10^{-4}	5.364×10^{-5}	6.684×10^{-5}

superior a la máxima captura histórica de la flota de Estados Unidos en 1988 (7,514 t); sin embargo, desde entonces no se ha registrado un rendimiento semejante.

Asimismo, la biomasa calculada para 1990 es mayor que la correspondiente al rendimiento máximo sostenible ($B_{1990} \cong 2 B_{RMS}$); en el caso particular de $r = 2.0$ la biomasa relativa es $B_{1990}/B_{RMS} = 1.91$.



El **esfuerzo pesquero óptimo** en anzuelos de esfuerzo mexicano es inferior al de las otras dos flotas, como resultado de la estimación de $q_M > q_E, q_J$, pero está muy por encima de los valores ejercidos históricamente.

Por otra parte, la CICAA realiza evaluaciones anuales o bianuales del aleta amarilla bajo el supuesto de un stock único en todo el Atlántico, mediante varios modelos:

- PRODFIT. Modelo de producción situación de equilibrio
- ASPIC. Modelo de producción en situación de no equilibrio
- ADAPT VPA (FADAPT v. 3). Análisis de población virtual (estructura de talla)
- ADAPT VPA (vector F_k). Análisis de rendimiento por recluta

El modelo en equilibrio (aplicado en 1995) estima la captura máxima de equilibrio en $1.52 \cdot 10^5$ t y el modelo en no equilibrio (aplicado en 1994) llega a un RMS de $1.49 \cdot 10^5$ tm, con intervalo de confianza 80% de $1.23 \cdot 10^5$ - $1.64 \cdot 10^5$ t (producción de

reemplazo), biomasa relativa $B_{1994}/B_{RMS} = 1.05$ (0.81-1.30) y mortalidad por pesca relativa $F_{1993}/F_{RMS} = 0.92$ (0.67 - 1.34).

Estado Actual de la Pesquería de Atún Aleta Amarilla

El análisis exploratorio de las pesquerías de atún aleta amarilla en el Golfo de México representa el primer paso para estimar puntos de referencia biológicos con los cuales cuantificar el nivel de explotación del recurso. Sus resultados, aunque deben considerarse como provisionales, indican la existencia de un potencial de desarrollo.



Los resultados de la CICAA reflejan que el stock de aleta amarilla del Atlántico se encuentra en un nivel de aprovechamiento adecuado, si bien la captura en 1995 (123,528 t) se situó un 18% debajo de la captura máxima de equilibrio y RMS estimados. Por lo anterior, la CICAA (1996) recomendó mantener las capturas y la mortalidad por pesca (o su equivalencia en esfuerzo) a los niveles medios del periodo 1992-1995.



El resultado (provisional) del análisis exploratorio de las pesquerías de atún aleta amarilla indican un desarrollo potencial. Por su parte, los resultados de CICAA las ubican en un nivel de aprovechamiento

80% de la captura total, con elevada mortalidad por pesca sobre los juveniles.



Conviene señalar que en 1993 el Comité Permanente de Investigaciones y Estadísticas (SCRS, por sus siglas en inglés) recomendaba ampliar las investigaciones sobre la estructura del stock de atún aleta amarilla para confirmar la identidad de sus distintos componentes y elaborar modelos que tuvieran en cuenta las tasas de mezcla entre ellos; los modelos de este tipo, como el desarrollado por Fonteneau (1991), resultan más adecuados para las evaluaciones de stocks con estructura como la del atún aleta amarilla.

No obstante, el SCRS consideró que las evaluaciones se debían efectuar de manera provisional bajo el supuesto de un sólo stock, ante la ausencia de conocimientos más amplios sobre los procesos de migración y las tasas de mezcla.



Las diversas pesquerías de atún aleta amarilla aprovechan segmentos distintos de las poblaciones y con diferente intensidad, como es el caso de las pesquerías de superficie y profundidad distribuidas en el Océano Atlántico. Las pesquerías con artes de superficie, principalmente cerco y vara, son responsables (1995) por más del

En 1973 el SCRS adoptó una regulación (aún vigente) para fijar la talla mínima de captura del aleta amarilla en 3.2 kg ($LF \cong 55$ cm), con una tolerancia de 15% en número de peces por desembarque. Sin embargo, dificultades prácticas para su aplicación y otras causas han provocado que esta medida no se haya cumplido en ningún momento pero especialmente en los últimos 15 años, cuando las proporciones de juveniles menores de 3.2 kg se han mantenido habitualmente por arriba del 40% y a veces del 50% del número total de atunes capturados.

En 1973, el SCRS determinó como talla mínima de captura de atún aleta amarilla en 55 cm de longitud furcal, la cual no ha sido observada por dificultades prácticas, sobre todo en los últimos 15 años.

De acuerdo con los resultados del análisis de rendimiento por recluta realizados por la CICAA, un aumento en la edad de primera captura a 1.25 años, correspondiente a la talla mínima de 3.2 kg, redundaría en un incre-

mento aproximado de 10% en la producción por recluta (CICAA, 1996).



En contraste, las pesquerías de palangre que capturan el atún aleta amarilla de profundidad obtienen actualmente menos del 15% del volumen total e inciden fundamentalmente sobre individuos adultos con peso promedio superior a 40.0 kg (LF $\cong$ 130 cm, clase de edad 3).

En los años recientes se ha dado una disminución del esfuerzo y las capturas de palangre en el Atlántico a causa de un cambio de especie objetivo hacia el patudo, pero también por la importante reducción de varias flotas.



Lo anterior ilustra que las evaluaciones apoyadas en el enfoque de stock único, si bien producen una imagen global del estado del recurso que es práctica para fines de gestión, son desde luego más representativas de las pesquerías de superficie, dominantes en esfuerzo y captura.



La importancia relativa de las fluctuaciones en captura y esfuerzo de las pesquerías de palangre debe ponderarse con mejores elementos sobre la estructura de los stocks, la abundancia regional o local, los procesos de mezcla y las posibles interacciones con las pesquerías de superficie.

Recientemente ha disminuido el esfuerzo hacia la captura de aleta amarilla con palangre, debido en parte al cambio hacia la pesquería de patudo, así como por la reducción de la flota.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Los argumentos y supuestos de los modelos que se han aplicado para las evaluaciones del atún aleta amarilla a escala del Atlántico en general y del Golfo de México en particular, además de las limitantes en la calidad de la información, producen incertidumbre en la interpretación de los resultados.

La abundancia regional o local, los procesos de mezcla y las interacciones de las pesquerías de palangre con las de superficie, deben

En consistencia con lo anterior y considerando la evolución reciente de la captura, esfuerzo de pesca y CPUE en ambas escalas, se ha establecido en colaboración con los sectores productivos un plan de manejo adaptativo que contempla revisiones anuales del esfuerzo permisible, con una primera etapa en que la flota mexicana puede llegar a 45 embarcaciones con potencia de pesca semejante a las que actualmente se encuentran en operación. Se estima que esta cifra equivale a un esfuerzo de 2.0×10^6 anzuelos anuales ($1.4 - 2.7 \times 10^6$), que bajo condiciones actuales corresponden a una captura de atún de 1,400 tm (950 - 1,850 tm). Esto representa (con el supuesto de $r=2.0$ un 25% del $F_{M\text{ RMS}}$, 13% de $B_{\text{RMS}} = \text{RMS}$ y 7% de B_{1990}).



La estrategia de manejo adoptada promueve la dirección del esfuerzo de pesca hacia la especie objetivo. Asimismo, fomenta el aprovechamiento integral de las especies capturadas de manera incidental o bien

su liberación en condiciones de sobrevivencia.

El esquema planteado en la NOM-023-PESC-1996 le da continuidad a los mecanismos concertados con los sectores productivos para el seguimiento de la pesquería, al formalizar la participación de observadores científicos a bordo de la flota. De igual modo, facilita las labores de inspección y vigilancia con el establecimiento de mecanismos específicos y principios claros para evaluar el desempeño.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

México no es una parte contratante del Convenio de la CICAA; sin embargo, colabora con ella y se mantiene observante de las recomendaciones que éste emite, basadas en el mejor conocimiento científico disponible. Como ejemplo de ello la NOM-023-PESC-1996 incorpora entre otros, aspectos tales como:

- Desarrollo de programas nacionales de observadores.
- Establecimiento de talla mínima de captura para el atún aleta azul.
- Emisión de Certificados de Participación en el Programa Estadístico para esta especie.
- Reducción de descartes.
- Disminución de captura fortuita.
- Liberación de peces en condiciones de sobrevivencia, principalmente pez vela y marlines.

Esto último representa una oportunidad de colaboración con los programas de marcado de la CICAA.

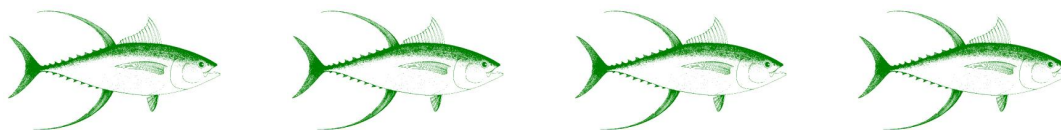
Como se explicó, el atún aleta amarilla del Golfo de México es aprovechado por las pesquerías de Estados Unidos y México; esta circunstancia constituye un campo de colaboración para actualizar y mejorar la evaluación del recurso, en el marco del proyecto de colaboración MEXUS-Golfo (NMFS/SEFSC - SEMARNAP/INP).



En el ámbito nacional, desde 1993 el INP ha trabajado en estrecha colaboración con los sectores productivos, quienes han participado de manera decisiva en el Programa de Investigación de la Pesca de Atún con Palangre en el Golfo de México, así como en el proceso de actualización de regulaciones que garanticen un desarrollo ordenado y sostenible de la actividad.

Por otra parte, se requiere colaborar con otras instituciones de investigación y con los sectores productivos para ampliar los conocimientos sobre varios aspectos, entre los que destacan:

1. Investigación de parámetros oceanográficos en escalas espacio-temporales compatibles con las distribuciones del recurso y operaciones de pesca (datos de campo y satélite).
2. Identificación de stocks.
3. Biología del recurso (reproducción y crecimiento, entre otros).
4. Evaluación de las especies que se utilizan como carnada viva.
5. Pesca experimental y exploratoria.



REFERENCIAS

- Albaret, J. J. 1977. La reproduction de l'albacora (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinee. Cah. ORSTOM Sér. Ocean. 15 (4): 389-419.
- Bard, F. X.; P. Cayre y T. Diouf. 1991. Migraciones. En: Fonteneau, A. & J. Marcilla (eds). Recursos Pesca y

Biología de los Túnidos Tropicales del Atlántico Centro-Oriental. Colección de Documentos Científicos, Madrid.

- Browder, J. A., E. B. Brown, & M. L. Parrack. 1990. The U.S. longline fishery for yellowfin tuna in perspective. ICCAT Working Document SCRS/89/76 (YYP/89/15).
- Brown, B. E., J. A. Browder, J. Powers & C. D. Goodyear. 1990. Biomass, yield models, and management strategies for the Gulf of Mexico ecosystem. Proceedings of the Special Session on Biomass Yield Models at the 1990 meeting of the American Association for the Advancement of Science.
- Capisano, C. et Fonteneau, A. 1991. Analyse des fréquences de longueur, du sex ratio et des zones de reproduction de l'albacore, *Thunnus albacares* de l'Atlantique. Rec. Doc. Scient. ICCAT 36: 241-279.
- Cayré, P., J. B. Amon Kothias, T. Diouf y J. M. Stretta. 1991. Biología de los Atunes. En: Fonteneau, A. y J. Marcilla (eds.). Recursos Pesca y Biología de los Túnidos Tropicales del Atlántico Centro-Oriental. Colección de Documentos Científicos, Madrid.
- CICAA. 1992. Informe del periodo bienal 1990-1991. Madrid.
- CICAA. 1996. Informe detallado del rabil. Décima Reunión Extraordinaria, 1996 (inédito).
- Compean, G. A. 1989. Evolución de la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo en la pesca palangrera del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Golfo de México. CICAA Col. Doc. Científicos 30 (1): 28-38.
- Compean, G. A. 1991. Evolución de la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo en la pesca palangrera del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Golfo de México. Memorias VII Cong. Nal. de Ocean. Ensenada, B. C., México; julio 1987: 491-508.
- Compean, G. A. y E. Yáñez. 1980. Análisis preliminar de la pesca palangrera en el Golfo de México: Japón de 1963 a 1976. CICAA, Col. Doc. Cient. 9 (1): 69-175.

- Farber, M. I. 1992. Report of the bycatch of billfishes based on swordfish logbook data from 1987 through 1990. CICAA, Col. Doc. Cient. 39 (3): 659-667.
- Fontana, A. et A. Fonteneau. 1978. Note sur les indices gonadosomatiques des albacores (*Thunnus albacares*) captures a la senne et a la palangre. Recl. Doc. Sci. CICTA 7 (1): 67-72.
- Fonteneau, A. 1982. Dynamique de la population d'albacora (*Thunnus albacares*) de l'ocean Atlantique. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, Paris.
- Fonteneau, A. 1989. La surexploitation du stock d'albacore: mythe ou réalité?. ICCAT Working Document YYP/89/8-SCRS/89/49.
- Fonteneau, A. 1991. Modelling a single Atlantic yellowfin Atlantic stock with a mixing model. ICCAT Working Document WTYF/91/15.
- Fonteneau, A. 1994. Ageing the Catch at Size for Yellowfin Tuna. A review Note on ICCAT'S Methods. CICAA, Col. Doc. Cient. 42 (1): 120 - 123.
- González-Ania, L. V. y A. Zárate V. 1991. Estudio preliminar de la pesquería de atún en el Golfo de México. Memorias VII Cong. Nal. de Ocean. Ensenada, B.C., México; julio 1987: 593-604.
- Grande-Vidal, J. M., C. A. Severino-Hernández y A. J. Valdéz. 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. Ciencia Pesquera 6: 103-118.
- INP, 1996. La pesquería de atún con palangre en el Golfo de México. Elaborado de conformidad con el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para el Proyecto de la NOM-023-PESC-1996. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito): 1-17.
- Iwamoto, T. 1965. Summary of tuna observations in the Gulf of Mexico on cruises of the exploratory fishing vessel Oregon, 1950-63 Comm. Fish. Rev. 27 (1): 7-14.

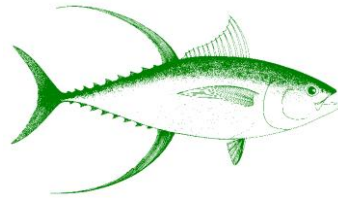
- López, A. M., D. B. McClellan, A. R. Bertolino & M. D. Lange. 1979. The japanese longline fishery in the Gulf of Mexico, 1978. Mar. Fish. Rev. 41 (10): 23-28.
- Miyake, M. 1990. Manual de operaciones. CICAA, Madrid.
- Olvera, R. M., J. L. Cerecedo y G. A. Compean. 1988. Distribución de larvas de túnidos en el Golfo de México y Mar Caribe. Abundancia y biomasa de tres especies en la ZEE. Ciencia Pesquera 6: 119-140.
- Prager, M. H. & J. A. Browder. 1991. An exploratory dynamic surplus-production analysis of the japanese, mexican and U.S. longline fisheries for yellowfin tuna in the Gulf of Mexico. ICCAT Working Document SCRS/91/92.
- Prager, M. H. 1992. Aspic- a surplus-production model incorporating covariates. CICAA, Col. Doc. Cient. 38: 218-229.
- Ramírez-Estévez, A. E. y M. Ornelas R. 1984. Distribución de larvas de la familia Scombridae en el Golfo de México y Mar Caribe. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM, México.
- Ramírez-Estévez, A. E., M. Ornelas R. y R. M. Olvera L. 1993. Distribución y abundancia de larvas de la familia Scombridae en el Golfo de México y Mar Caribe. Ciencia Pesquera 9: 89-112.
- Rossignol, M. 1968. Le thon a nageoires jaunes de l'Atlantique (*Thunnus Neothunnus albacores* (Bonnaterre, 1788). Mem. ORSTOM 25: 1-11.
- Russell, S. J. 1992. Shark bycatch in the northern Gulf of Mexico tuna longline fishery, 1988-91, with observations on the nearshore directed shark fishery. NOAA Tech. Rep. NMFS 115: 19-29.
- Scott, G. P., V. R. Restrepo & A. Bertolino. 1992. Standardized catch rates for swordfish (*Xiphias gladius*) from the U. S. longline fleet through 1990. CICAA. Col. Doc. Cient. 39 (3): 554-573.
- SEMARNAP. 1996a. Análisis de costo-beneficio de la pesquería mexicana de atún con palangre en el Golfo de México. Elaborado de conformidad con el artículo 45 de la Ley

Federal sobre Metrología y normalización, para el Proyecto de la NOM-023-PESC-1996 (inédito).

SEMARNAP. 1996b. Anuario estadístico de pesca 1995. SEMARNAP, México.

Shingu, C. & S. Hisada. 1977. A review of the japanese atlantic longline fishery for bluefin tuna and the consideration on the present status of the stock. CICAA. Col. Doc. Cient. 6 (SCRS).

U.S. Department of Commerce. 1996. National Report of the United States: 1996. ICCAT Working Document SCRS/96/156.



mero
Mero

mero

MERO

M

mero

MERO

e

MERO

r

MERO
MERO
MERO

mero

Mero

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE MERO

ESPECIE: mero (*Epinephelus morio*).

- El stock de mero en el Banco de Campeche es el más grande del mundo.
- La pesca se realiza todo el año; la temporada de mayor captura (marzo-abril) coincide con la época reproductiva.
- El esfuerzo pesquero disminuye en agosto-septiembre con la desviación de la flota hacia la captura de pulpo; incrementándose de enero a marzo, con la reincorporación de las embarcaciones que se dedican a la pesca del pulpo.
- Se estima que la biomasa actual está entre 20,000 y 60,000 toneladas, aunque todavía hay una alta incertidumbre asociada a las evaluaciones.
- Tres flotas aprovechan los bancos de mero: dos mexicanas (menor y mayor) y una cubana (embarcaciones mayores).
- La incorporación de cabrestante al arte de pesca incrementará notablemente el poder de pesca.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 11,446 toneladas: 81% con respecto al máximo histórico (1972).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Modelo estructurado por edades.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo pesquero por número de permisos; menores cuotas de captura; talla mínima de 30 cm.

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Recuperar el nivel de la biomasa que existía antes de 1995.

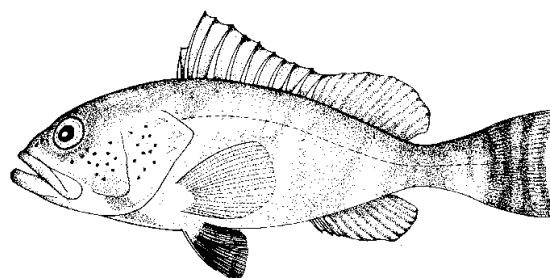
MERO

Epinephelus morio

LA PESQUERÍA

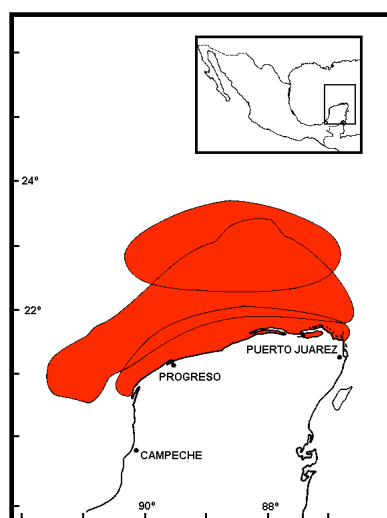
IMPORTANCIA

Hasta hace apenas dos años, la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) había sido la más importante en Yucatán (en 1996 y 1997 el pulpo obtuvo mayor volumen). Durante 1996 se capturaron 9,691 t, con una derrama económica de \$28,000,000.00 M.N. En el ámbito nacional, esta pesquería ocupó el 16º lugar de importancia por su volumen de captura con 11,024 t en 1996; Yucatán fue el principal productor, aportando el 91% de la captura en México (SEMARNAP, 1997).



A nivel Internacional, México ocupó el primer lugar en la captura de este recurso (Heemstra y Randall, 1993).

Este recurso genera empleo a más del 80% de la mano de obra dedicada a la pesca, sustentando el desarrollo de la infraestructura pesquera del estado (Doi *et al.*, 1981).



A nivel nacional, la pesquería del mero ocupó el 16º lugar durante 1996 (SEMARNAP 1997). A nivel internacional México ocupa el 1er lugar en su captura (Heemstra y Randall 1993).

De igual forma, contribuye al desarrollo regional y a la economía de subsistencia, genera divisas por

concepto de exportaciones y da ocupación a un número importante de pescadores, empresarios, empleados de congeladoras, mecánicos, entre otros.



La pesquería de mero se comparte con la República de Cuba mediante un convenio bilateral; participan en su explotación la flota mexicana con embarcaciones de mediana altura y botes de pesca costera y la flota cubana con barcos nodrizas y lanchas chernereras.



La pesquería del mero se inició a fines del siglo XIX en Yucatán, con pescadores a bordo de lanchas pequeñas (Velasco, 1895; citado por Sierra 1977). Según Solís (1969), en 1947 se instaló la primera congeladora en el puerto de Progreso, Yucatán.



La exportación a Estados Unidos se inició en 1960. La flota cubana de barcos viveros comenzó a trabajar alrededor de los años 30's en el Banco de Campeche; por ese mismo tiempo se incorporó la flota estadounidense a la captura del mero y huachinango (Camber, 1955).



La flota de Estados Unidos dejó de trabajar en el Banco de Campeche en 1976, cuando México declaró la Zona Económica Exclusiva (ZEE), mientras que la flota cubana continúa trabajando bajo el convenio de pesca citado, firmado en 1976. La construcción del puerto de abrigo Yucalpetén en 1968, estimuló un desarrollo acelerado de la infraestructura pesquera con la introducción de barcos y el establecimiento de plantas procesadoras de productos pesqueros.

El arte de pesca no es selectivo en cuanto a la especie, por tal razón, la proporción de mero con respecto de las especies acompañantes varía de acuerdo con la zona de pesca y a la temporada. En términos generales podemos decir que el mero (*Epinephelus morio*) representa aproximadamente el 80% de las capturas en la zona de distribución.



El mero se captura en todo el Banco de Campeche, principalmente en la parte que corresponde a la plataforma continental de Yucatán, donde operan las tres flotas que lo aprovechan (Fig. 1).

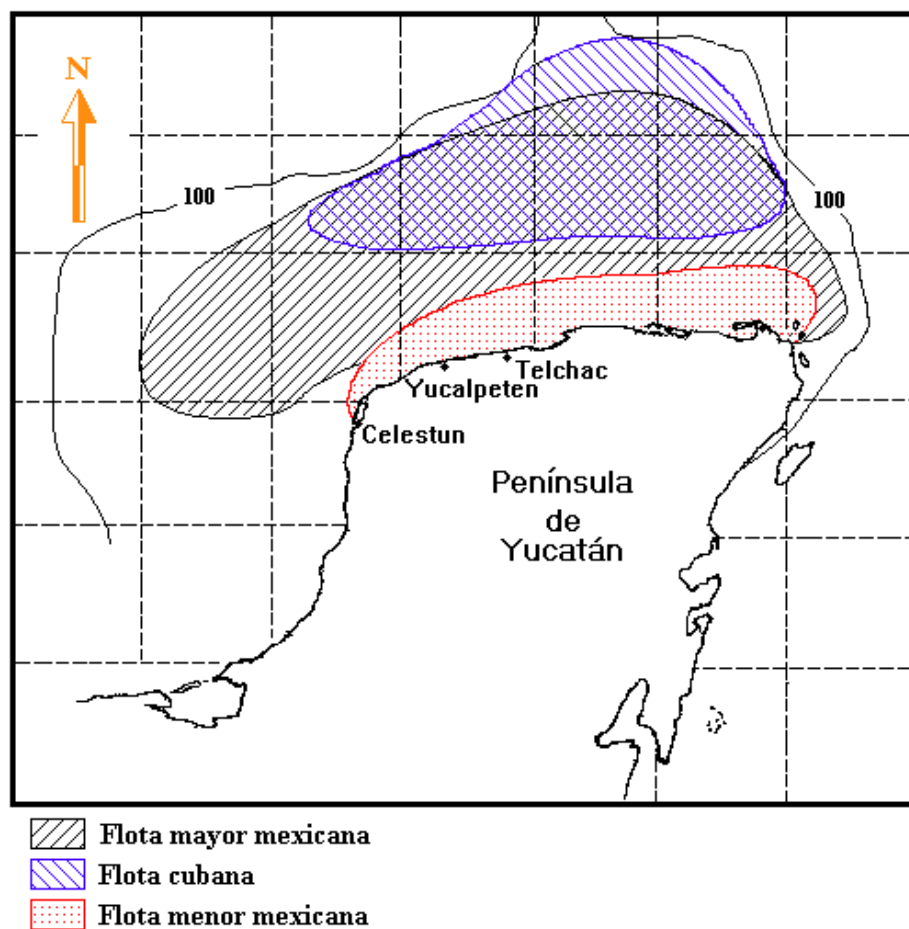


Fig. 1. Zonas de operación de las tres flotas que capturan el mero (*E. morio*) en la península de Yucatán.

El sector productivo tiene varias formas de organización: la social, representada por las sociedades cooperativas de producción pesquera, sociedades de solidaridad, grupos campesinos (CNC), indígenas y la privada, representada por los permisionarios.

Las cooperativas están asociadas en dos federaciones la del centro y la de oriente y los industriales en la

Cámara Nacional de la Industria Pesquera.



Yucatán es el principal productor de este recurso, aportando el 91.4% de la producción en México, siendo esta región donde operan las tres flotas que lo explotan.

En 1996 la flota yucateca constaba de 539 barcos y 3,440 pangas, la mayoría con permiso para pesca de escama o participan de ella aun sin éste. Sin embargo, la cantidad de viajes de mero que realiza cada embarcación es variable, ya que la mayor parte se dedica a pescar pulpo de agosto a diciembre, y posteriormente una porción importante de las lanchas y barcos se añaden a las embarcaciones que capturan mero.

El número de embarcaciones cubanas, de acuerdo al convenio establecido, son 16 barcos nodriza, con seis lanchas chernerias cada uno, un barco taller, un avituallador y uno de investigación.

BIOLOGÍA

Los huevos de *E. morio* son pelágicos y sus larvas planctónicas, se convierten en juveniles demersales al alcanzar los 20 o 25 mm de longitud patrón (LP), desplazándose después hacia aguas más someras, donde desarrollan un comportamiento críptico y se mantienen hasta alcanzar la madurez sexual entre los

tres y cinco años de edad o menos de 500 mm de LP (Moe, 1969; Beaumariage y Bollock, 1976).

Smith (1961) reportó dos zonas de alta densidad de adultos: la costa sur y oeste de Florida, E. U. y el Banco de Campeche en el Golfo de México. El mero tiene características sexuales de ser hermafrodita protogénico, que consiste en la transformación de hembras a machos conforme crecen. Valdés y Padrón (1980) encontraron hembras inmaduras desde la talla de 250 mm hasta los 500 mm; hembras maduras desde los 400 mm a los 750 mm; individuos en transición entre los 300 y 450 mm y machos maduros de los 400 mm hasta las últimas tallas (850 mm).

Mediante un análisis de 14 gónadas, Moe (1969) determinó una fecundidad promedio de 1,469,200 huevos por hembra, con un intervalo de 169,200 a 5,735,700 huevos. Sin embargo, Contreras *et al.* (1995) reportaron que la fecundidad promedio es de 3,356,000 huevos en ejemplares entre 630 y 940 mm de longitud furcal (LF) y de 3.1 a 10.0 kg. Contreras (1986) encontró que en la parte oriental del Banco de Campeche los desoves se llevan a cabo de enero a marzo, a las 20 brazas de profundidad. En la zona de desove se encontró que la proporción es de 34% de machos por 66% de hembras.



En cuanto a su longevidad, Zupanovic y González (1975) mediante la lectura de huesos urohiales, encontraron que el mero llega a vivir hasta 30 años, Beaumariage y Bullock (1976) coincidieron en reportar esa edad, mientras que Rodríguez (1986) con otolitos encontró 12 años y con hueso mesopterigoides reconoció 24 años; también reporta una talla máxima de 94 cm de longitud total y un peso máximo de 16 kg.



La relación alométrica peso-talla es de la forma $W = 0.0053 L^{3.27}$, donde W es el peso entero en kg y L es la longitud furcal en cm (Moreno *et al.*, 1997).



El estudio de edad y crecimiento del mero ha sido abordado por varios autores utilizando diversos métodos, como la lectura de estructuras duras y el análisis de frecuencias de tallas. Los valores mínimos de L_{∞} reportados son de 770 mm (Rodríguez, 1994) y los máximos de 985 mm, los valores de K anuales van de 0.056 a 0.310 (Arreguín, 1987).

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

La operación de captura en las embarcaciones de la flota mayor se

inicia con la distribución de las lanchas auxiliares (alijos) en el área de trabajo, en cada alijo labora un pescador. La maniobra de calar y levar el palangre se puede sintetizar en los pasos siguientes: se lanza el equipo y se deja reposar por un periodo de 30 a 40 minutos; se recupera la línea y se desengancha el producto; se repone la carnada y anzuelos perdidos para el siguiente lance; mientras el palangre permanece en el fondo, el pescador utiliza la línea de mano y eviscera la captura. Al término de la jornada, el barco nodriza sube los alijos y la captura es introducida al almacén y preservada en hielo molido.

La flota costera hace viajes diarios y algunos duran de dos a tres días como máximo. La operación de los palangres en la pesca costera y en la cubana es similar a la descrita para la flota mayor.

La mayor parte de los barcos escameros de la flota mexicana son de casco de madera y miden de 12 a 22 m de eslora (el 75% tienen entre 15 y 18 m), con capacidad de bodega para 12 t, el puente de mando se ubica en la proa y llevan la cubierta techada, están equipados con instrumentos de navegación y ecodetección; se utilizan como nodriza para 8 o 12 alijos, según su tamaño, los cuales se acomodan sobre la cubierta. La capacidad de bodega es variable según la construcción, pero en general es de más de 10 t de producto enhielado.

Las lanchas de la flota costera son de casco de fibra de vidrio de 8 m de eslora, impulsadas con motor fuera

de borda de 40 a 55 caballos de fuerza (CF). Las más grandes llevan tres alijos, otras uno o ninguno. La mayoría de estas embarcaciones no tienen bodega, por lo que la duración del viaje de pesca es de un día. En algunos puertos como Celestún se están adaptando neveras fijas de fibra de vidrio cuya capacidad es de aproximadamente 120 kg de producto sin nevar.

Los barcos de la flota cubana miden 22 m de eslora y son de casco metálico tipo "Lambda". La capacidad de bodega es de 25 t; cada barco lleva seis lanchas auxiliares, equipadas con motor estacionario de 12 caballos de fuerza y capacidad para 500 kg de producto.

La línea de mano lleva de dos a cuatro anzuelos "huachinangueros", del número cinco al nueve y línea de monofilamento del número 60.



El palangre que usan los pescadores mexicanos se arma con anzuelos huachinangueros del número cuatro al seis, cuya cantidad varía de 50 a más de 150. La línea madre del palangre es de monofilamento de nylon del número 200 y los reinales del número 60 (Contreras, 1986).



El palangre cubano está construido con una línea madre de 1,500 m de longitud, de monofilamento de nylon del 200 y reinales del número 120; los anzuelos que utiliza son rectos del número tres.

Se estima que entre el 35 y 40% de las embarcaciones mexicanas ya cuentan con el palangre largo, recientemente introducido, el cual consta de un carrete hidráulico donde se aduja la línea madre, que es de monofilamento de 5.0 mm; los reinales son de 2.0 mm con un candado y un anzuelo huachinanguero del número cinco.

Los viajes de la flota mayor duran 17 días en promedio y los pescadores trabajan ocho horas diarias, divididas en jornada matutina y vespertina. En el periodo 1984-1990 se registró un promedio de 3,000 viajes anuales (Contreras, 1986).

Los viajes de la flota menor son de pesca diaria y la jornada de trabajo varía de un puerto a otro dependiendo de la distancia al área de pesca. El tiempo de desplazamiento promedio es de dos horas de ida, dos de regreso y jornada de pesca efectiva de seis horas. El trabajo en las lanchas cherneras cubanas se hace desde el alba hasta el anochecer y solo se interrumpe a la hora de los alimentos; los viajes duran alrededor de 30 días.



τ Tendencias históricas

La producción de mero en toneladas durante el periodo 1958-1995 se presenta en la *figura 2*. En lo que respecta a 1996, la producción bajó a

embarcaciones a la pesca (Fig. 3). Por lo tanto la captura total se incrementó en correspondencia al esfuerzo aplicado. Sólo en 1989 hubo una notable disminución en la captura total, debido a la disminución del esfuerzo provocada por las malas condiciones en que se encontraba la flota mexicana, después de que el huracán *Gilberto* afectó la península de Yucatán en

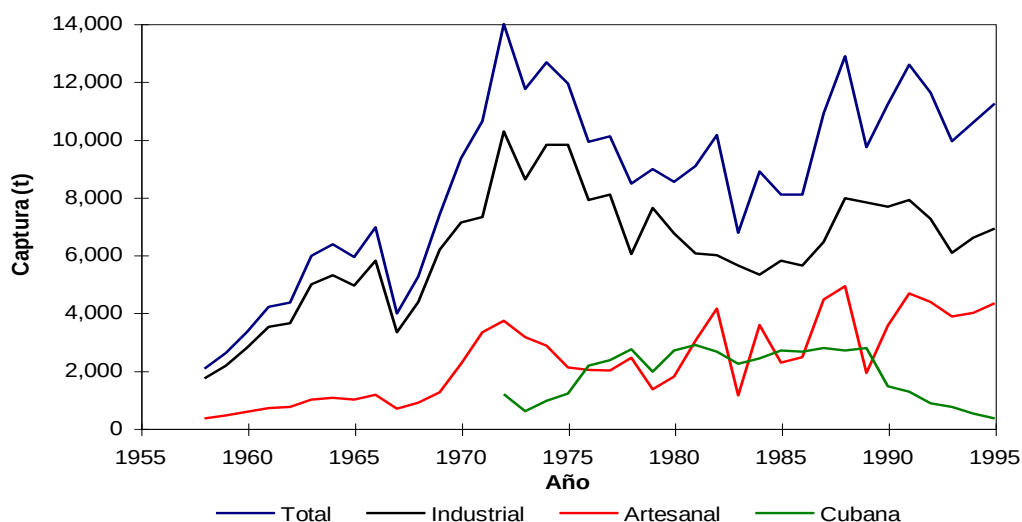


Fig. 2. Serie histórica de capturas de mero (en toneladas) obtenidas por las tres flotas que operan en el Banco de Campeche desde 1958 a 1995 (Delegación Federal de SEMARNAP en Yucatán. CIP-INP)

10,664 t, después de varios años de estabilidad en la producción alrededor de las 14,260 t entre 1990 y 1995. En 1997, no obstante, se da una recuperación en el nivel de capturas, con 12,503 t en noviembre del mismo año (cifras preliminares de la SEMARNAP).

A partir de 1986 se ha presentado un incremento constante del esfuerzo, debido a la incorporación de más

septiembre de 1988, cuyos efectos sobre la flota se registraron hasta 1989. Por otra parte, la CPUE muestra una tendencia sostenida hacia la baja, cuyos niveles actuales están por abajo de las dos toneladas de mero por viaje.

τ Pesca incidental

Las especies incidentales de la pesquería del mero dependen principalmente de la zona y arte de pesca, por ejemplo, en las hondonadas se encuentran el negrillo, abadejo, la gallina; en los arrecifes o cayos se encuentran las cabrillas y payasos, mientras que en los blanquizales, entre promontorios, se encuentran los huachinangos. La proporción en la captura de especies en porcentaje es: mero 79.57%, canané 11.26%, huachinango 1.65%, pulpo 1.07%, rubia 0.93% y otras (28 especies) menos del 1%.

A pesar de que durante la captura de mero se extraen numerosas especies de manera incidental, este recurso aporta el 79.57% de la captura total.

Muchas de las especies incidentales de la pesquería son reportadas como mero en general (p. ej. negrillo, abadejo, mero blanco). La *tabla 1* muestra las principales especies asociadas a la captura del mero en la parte norte del Banco de Campeche.

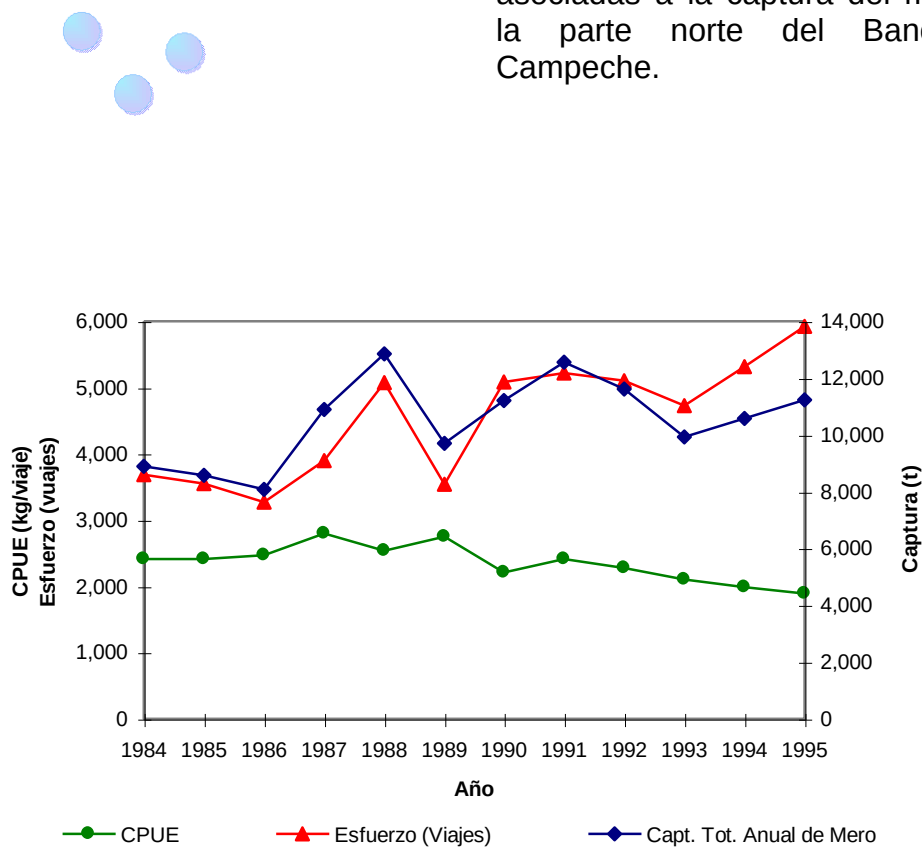


Fig. 3. Serie histórica de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de mero (en toneladas/viaje), esfuerzo (en viajes) y captura (en toneladas), lograda por las flotas que operan en el Banco de Campeche de 1984 a 1995.

τ Interacción con otras pesquerías

Como ya se mencionó, el anzuelo “huachinanguero”, utilizado para la captura de mero, huachinango y otras especies similares, es un arte de pesca no selectivo, por lo que durante las actividades de pesca se pueden capturar especies distintas.

El mercado con mayor demanda de mero a nivel nacional es la Ciudad de México, donde se comercializa el 38% de la captura total del recurso.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

Las plantas congeladoras establecidas en Yucatán son 22, de las cuales, cinco se encuentran en Progreso, nueve en el puerto de abrigo de Yucalpetén, una en Mérida, cuatro en Dzilam de Bravo, una en Telchac Puerto y dos en Celestún. Estas son de diferente tamaño, antigüedad y diseño; las hay pequeñas, cuya capacidad de congelación es de 500 kg por 24 horas, hasta la más grande de 3,000 kg; el promedio es de 1,000 kg.

La capacidad de conservación varía de 50 a 300 toneladas, con promedio de 100 toneladas. El 50% tienen menos de cinco años de operación. A todo lo largo de la costa se han distribuido centros de recepción de las mismas congeladoras, transportando su producto a Progreso o Mérida según sea el caso y de aquí a su mercado de destino.

Se distribuye principalmente en el Distrito Federal (38%), el 20% se comercializa en el interior del país y sólo el 6% se vende en Yucatán. El porcentaje que se exporta a Estados Unidos equivale al 36% de la producción.

τ Indicadores económicos

La flota de mediana altura da ocupación a 2,659 pescadores y la costera a 10,753, de acuerdo con el último censo de SEMARNAP (1994). Los pescadores eventuales están calculados en 1,837.



Se estima que esta pesquería genera 1,500 empleos indirectos, entre empleados de congeladoras, transportistas, mecánicos, electricistas, técnicos en electrónica y otros prestadores de servicios como empleados de tortillerías, tiendas de abarrotes y de avíos de pesca, etc.



Tabla 1. Especies asociadas a la captura de mero (*E. morio*) en la parte norte del Banco de Campeche.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Epinephelus flavolimbatus</i>	Mero extraviado	Serranidae
<i>Epinephelus itajara</i>	Cherna	Serranidae
<i>Epinephelus adscensionis</i>	Payaso	Serranidae
<i>Epinephelus drummondhayi</i>	Lenteja	Serranidae
<i>Epinephelus nigritus</i>	Fiat	Serranidae
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Negrillo	Serranidae
<i>Mycteroperca microlepis</i>	Abadejo	Serranidae
<i>Mycteroperca venenosa</i>	Guacamayo	Serranidae
<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Gallina	Serranidae
<i>Lutjanus campechanus</i>	Huachinango de castilla	Lutjanidae
<i>Lutjanus bucanella</i>	Huachinango aleta negra	Lutjanidae
<i>Lutjanus vivanus</i>	Huachinango ojo amarillo	Lutjanidae
<i>Lutjanus synagris</i>	Rubia	Lutjanidae
<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo	Lutjanidae
<i>Lutjanus griseu</i>	Pargo mulato	Lutjanidae
<i>Lutjanus jocu</i>	Pargo perro	Lutjanidae
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Canané	Lutjanidae
<i>Calamus bajonado</i>	Mojarrón	Sparidae
<i>Calamus sp.</i>	Cachipluma	Sparidae
<i>Haemulon plumieri</i>	Chacchí	Pomadasyidae
<i>Seriola zonata</i>	Coronado	Carangidae
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Besugo	Lutjanidae
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Boquinete	Labridae
<i>Lopholatilus chamaeleonticeps</i>	Corvinato	Latilidae

A bordo de las embarcaciones mayores van de cinco a trece tripulantes, dependiendo del uso de cobralíneas hidráulico o de alijos. En la flota costera van en promedio dos tripulantes por bote; en la flota cubana van 17 tripulantes por barco y de estos, dos en cada lancha chenera.

Al igual que el manejo económico de cualquier producto de consumo, el precio del mero se establece de acuerdo con la ley de la oferta y la demanda.

El precio que se paga al pescador varia en términos de oferta y

demanda. Sin embargo, a pesar de que la demanda siempre es mayor que la oferta, los empresarios mantienen los precios al pescador aunque el producto sea escaso y bajan el precio si el producto se captura en abundancia.

El precio de mero, tanto en la planta como en playa depende del tamaño del mismo (chico, menor de 1.5 kg y grande, mayor a ese peso), siendo altamente variable a través del tiempo; al igual que otros bienes de consumo, las variaciones son provocadas principalmente por la inestabilidad del mercado nacional (por ejemplo la inflación); por esta razón se considera poco relevante mencionar los precios alcanzados en la temporada 1996. En la playa se vende por ensarta de pescado y en filete.



Así mismo, los precios de venta de exportación son variables y están sujetos a la oferta y demanda internacional, por ejemplo, para el mes de mayo de 1997 el precio de exportación por kg de mero a granel (de 5 kg o más) fue de 3.50 USD, el mero de 3 a 5 kg de 2.25 USD y de 1 a 3 kg fue de 1.90 USD.



En México, el precio es entre 10 y 15% más bajo que en Estados Unidos.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

Para la explotación comercial de este recurso los pescadores mexicanos deben de contar con el permiso oficial de la SEMARNAP. Por su parte, los pescadores de Cuba se deben apegar a la normatividad del Acuerdo de Pesca México-Cuba firmado en 1976.



En la última evaluación sobre el recurso, realizada por especialistas de México y Cuba (Moreno *et al.*, 1997), se hacen las siguientes recomendaciones:

- a) Mantener los niveles de esfuerzo y captura actuales.
- b) Permitir la sustitución únicamente de las embarcaciones que salgan por baja, por otras de las mismas características.
- c) No permitir el aumento del poder de pesca e implementar el programa de observadores técnicos abordando de las embarcaciones cubanas.



El Convenio de pesca establecido con la República de Cuba, asigna a este país una cuota de captura de escama dentro de la ZEE de México. Esta cuota se actualiza bianualmente, como resultado de las investigaciones científicas que realizan en forma conjunta ambos países. La cuota asignada en 1994 fue de 3,900 toneladas para mero, huachinango y especies afines y 350 toneladas para sierra y serrucho. Esta cuota se ha mantenido hasta la fecha.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

La pesquería del mero es una de las más estudiadas en la región del sureste del país, lo cual facilitó la aplicación de un modelo estructurado por edades.

Se cuenta con información de captura (Y) durante 40 años (de 1958 a 1995) (Fig. 2). Los datos de esfuerzo (f) comprenden el periodo de 1984 a 1995 y se reportan en número de viajes por año (Fig. 3). Diferentes autores han realizado evaluaciones sobre la biomasa (B) del stock y las estimaciones van de 38,000 a 148,000 t (Tabla 2).

Asimismo, se han realizado un gran número de estudios directos e indirectos de edad y crecimiento (Tabla 3, Fig. 4). Los valores de mortalidad natural (M) estimados por diferentes autores van de 0.17 a 0.42, y los

valores de mortalidad por pesca van de 0.07 a 0.27 (Moreno *et al.*, 1997).

En cuanto a la capturabilidad, Arreguín-Sánchez (1992) realizó estimaciones por grupos de edad.



La relación peso-talla fue obtenida por Moreno, *et al.* (1997) utilizando la relación alométrica:

$$W = a L^b$$

donde:

W = es el peso entero en kg

L = es la longitud furcal en cm,

utilizando pesos y tallas de 7,312 ejemplares, obtenidos de muestras en 27 cruceros de investigación conjunta México-Cuba realizados de 1986 a 1997. La relación obtenida es:

$$W = 0.0053 L^{3.27}$$

En cuanto a las estimaciones de fecundidad, como se mencionó anteriormente, el promedio de huevos por hembra es de 3,356,000 (Contreras, *et al.*, 1995), a partir de los datos de este trabajo se estimaron los parámetros de la relación longitud-fecundidad:

Tabla 2. Estimaciones de biomasa del mero realizadas por diferentes autores.

Autor y año	Periodo	Biomasa potencial	M.R.S. *(t)
González y Ramis (1974)	1973-74	50,000	8,000
González y Ramis (1975)	1974-75	50,000	10,000
Olaechea y Sauskan (1975)	1974-75	61,000	
Klima (1976)	1967-70		19,000
Buesa (1978)	1978	61,000	24,900
Blanco <i>et al.</i> (1980)	1962-74		18,000
Doi <i>et al.</i> (1981)	1972-75	38,000	16,560
Arreguín Sánchez (1985)	1956-81		12,000
García <i>et al.</i> (1986)	1982-84		12,584
Fuentes (1986)	1985	102,864	
Seijo (1986)	1985	148,834	9,404
Valdés <i>et al.</i> (1989)	1977-87	60,551	14,723
Valdés <i>et al.</i> (1991)	1989-90	79,206	15,470
Contreras <i>et al.</i> (1993)	1991-92	111,985	16,739
Valdés <i>et al.</i> (1995)	1993-94	52,000-60,000	13,500-14,500
Moreno <i>et al.</i> (1997)	1994-95	50,000-60,000	12,935-12,998
* Máximo Rendimiento Sostenible			

$$fec = a L^b$$



donde:

fec = fecundidad

L = longitud,

obteniéndose los siguientes valores:
 $a = 5.831 \times 10^{-4}$ y $b = 5.0664$.

Por otra parte, cabe señalar que Arreguín-Sánchez (1992) realizó un estudio detallado de la selectividad del palangre sobre las tallas de mero.

Tabla 3. Principales estimaciones de los parámetros de crecimiento del mero reportados por diferentes autores.

Autor	K	L_{∞}	ϕ
Ramis cit. por Valdés (1980)	0.056	95	2.70
González (1974)	0.099	87.5	2.88
Arreguín (1987)	0.17	98.5	3.22
Valdés ,et al (1987)	0.105	96.3	2.99
Fuentes (1986)	0.095	96	2.94
Moreno <i>et al.</i> (1995)	0.215	91	3.25
Moreno <i>et al.</i> (1995)	0.205	91	3.23
Moe (1969)	0.179	79.2	3.05
Guzmán (1986)	0.12	93.6	3.02
Valdés (1988)	0.105	96.3	2.99
Moreno <i>et al.</i> (1995)	0.12	93.6	3.02
Valdés y Padrón (1980)	0.1	86	2.87
Muhlía (1976)	0.112	80	2.86
Doi et al (1981)	0.159	80.2	3.01
Rodríguez (1986) (M. directo)	0.123 y 0.184	82 y 89.1	2.99 y 3.09
Rodríguez (1994) (M. directo)	0.187 a 0.22	79.1 a 83.79	3.12 a 3.16
Rodríguez (1994) (M. indirecto)	0.153 a 0.226	77.0 a 86.5	3.00 a 3.27

inmaduras, primera maduración, maduración total, reproductoras y hembras desovadas.

Finalmente, en cuanto a la madurez sexual, Contreras (1988) encontró que la temporada de maduración sexual de la especie va de diciembre a abril, con el máximo desove en febrero; también reporta una escala de seis fases de maduración sexual para las hembras, siendo: juveniles,

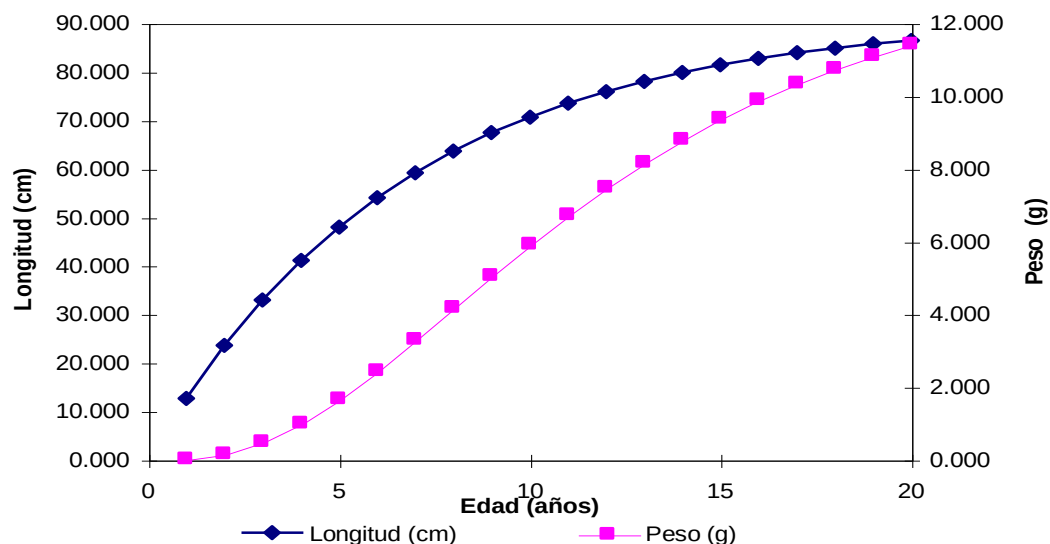


Fig. 4. Curvas de crecimiento ajustadas de von Bertalanffy para longitud ($L_t = 91 * [1 - e^{0.15(t-t_0)}]$) y su transformación a peso ($w = 0.0053 * L^{3.27}$).

Modelo

Planteamiento

Se modificó un modelo dinámico, estructurado por edades, determinístico y discreto con ecuaciones de diferencia con retraso en el tiempo propuesto por Hilborn y Mangel (1997). Este modelo incluyó la información de captura de las tres flotas que en los últimos 30 años han explotado el recurso, es decir, las flotas mayor y menor mexicanas y la flota cubana.

En el modelo se empleó una matriz de Leslie, la cual proyectó la población por edades en el tiempo, considerando variables biológicas tales como edad, crecimiento en longitud y peso, sobrevivencia, fecun-

dad, reproducción y patrón de reclutamiento (como respuesta a la maduración sexual y la fecundidad).

Este modelo dio una representación relativa del número de individuos y biomasa explotable para la estructura de edad que está sujeta a un reclutamiento en forma de “filo de cuchillo”, con tasas de supervivencia independientes a cada edad y con crecimiento descrito por el modelo de Ford-Brody (Hilborn y Walters, 1992).



Supuestos del Modelo

El supuesto básico del modelo es que las predicciones con retraso en el tiempo, se propagaron al conformar la estructura de la población con las siguientes ecuaciones:

Reclutamiento:



$$R_{t+1} = aS_t/(1+abS_t)c$$

(Modelo de Beverton y Holt, Hilborn y Walters, 1992).

donde:

R_{t+1} = reclutamiento al tiempo $t+1$;

a , b y c = parámetros de la relación stock desovante-reclutas;

S = stock desovante.

Biomasa:

$$B_{t+1} = s(1-u_t)[N_t+B_t]$$

donde:

B_{t+1} = biomasa al tiempo $t+1$;

N_t = número de individuos al tiempo t ;

s = tasa de sobrevivencia: $s = e^{-M}$;

u_t = tasa de explotación al tiempo t (captura/biomasa), proveniente de la serie de tiempo estudiada, calculada de la captura observada C_t como $u_t = C_t/B_t$, o predicha de los esfuerzos observados E_t , usando la ecuación de la captura

$$C_t = (1-e^{-qE_t})B_t.$$

Número de individuos:

$$N_{t+1} = s(1-u_t)N_t + R_{t+1}$$

Para iniciar las simulaciones y encontrar la relación promedio como la captura en función de la tasa de explotación, fue necesario calcular la estructura de edades en equilibrio, usando una "función de incidencia" derivada de Lou Botsford (Botsford, 1981, citado en Hilborn y Walters, 1992). Se supuso el modelo de supervivencia en edad discreta por número N :

$$N_{a+1,t+1} = s_a(1-v_a u_t) N_{a,t}$$

donde:

a = edad en años

s_a = tasa de supervivencia específica para cada edad

v_a = proporción de animales por edad vulnerables a la captura

u_t = tasa de explotación

Aquí, la biomasa vulnerable esta dada por:

$$B_t = \sum v_a N_{a,t} w_a$$

donde:

w_a = peso promedio de los animales vulnerables a la edad a

Si el reclutamiento a la edad 1 ha sido estable, con R_e animales por año durante cierto tiempo ($N_{1,t} = R_e$), y si las tasas de mortalidad natural a

esa edad han sido también estables, el número de individuos a cualquier edad, estará dado por:

$$N_a = L_a R_e$$

donde:

L_a = supervivencia a la edad calculada por la regresión

$L_1 = 1$ para la edad 1

$$L_{a+1} = L_a S_a (1 - v_a u) \quad a > 1$$

Posteriormente, la cantidad de biomasa vulnerable en equilibrio fue expresada en términos de R y L_a como:

$$B_e = \sum v_a N_a w_a = R \sum v_a L_a w_a = R_e \phi_{vw}$$

Riesgo e Incertidumbre

Para incluir estos aspectos en el modelo, se utilizó la función de máxima verosimilitud, comparando los valores de peso medio de la captura predichos por el modelo para cada año y los observados en los muestreos, es decir el ajuste se basó en la estructura de la población (Fig. 5).

Se incluyeron 17 puntos de ajuste, considerando los muestreos de 1980 a 1996. La función de verosimilitud (Hilborn y Mangel, 1997):

$$v = \frac{1}{\delta \cdot \sqrt{\pi \cdot 2}} e^{\left[-\frac{(\ln x - \ln y)^2}{2\delta^2} \right]}$$

donde:

v = verosimilitud

δ = parámetro de la distribución normal ($\delta \approx 4$)

x = valor estimado del peso promedio de la captura

y = valor observado del peso promedio de la captura

La máxima verosimilitud (mv) se obtuvo de la siguiente forma:

$$mv = \prod_{j=1}^{j=n} v_j$$

donde:

mv = máxima verosimilitud

j = año de comparación de la biomasa media de la captura



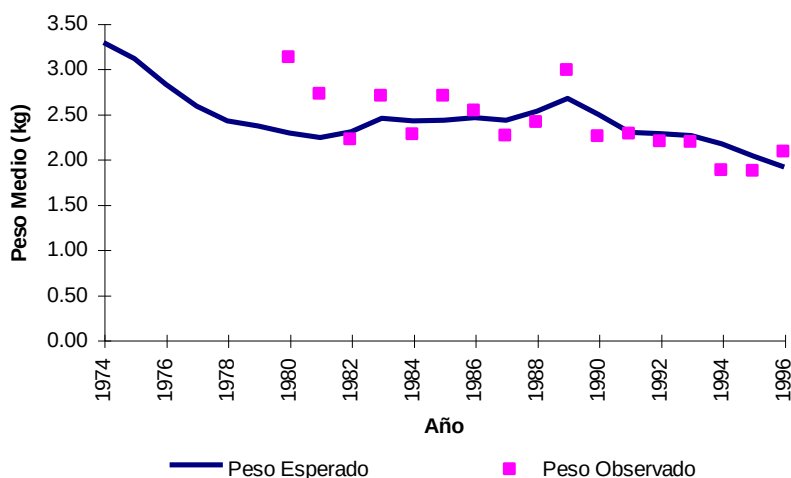


Fig. 5. Ajuste del modelo con el peso promedio de la captura de la flota industrial, observada a partir de los muestreos mensuales realizados en planta durante 17 años (1980-1996) y la captura promedio pronosticada por el modelo para la misma flota (Moreno *et al.*, 1997).

Para incluir la incertidumbre, se aplicó el análisis Bayesiano a partir de la función de máxima verosimilitud. El modelo se corrió con diferentes valores de biomasa virgen (B_0), estimándose la máxima verosimilitud para cada corrida.

Posteriormente, debido a que se desconocía la distribución que presenta la estimación de B_0 , se asignó una distribución uniforme a este parámetro, a dicho valor se le conoce como probabilidad previa (p). Se obtuvo la probabilidad posterior (pp) para cada B_0 con el siguiente modelo:

$$pp = \frac{mv \cdot p}{\sum_{i=1}^n p}$$

El análisis de las estrategias de manejo propuestas hasta el año 2000 utilizó esta probabilidad posterior, la cual fue multiplicada por la variable de desempeño, que en el análisis fue la proporción de biomasa para el año 2000 con respecto a la biomasa inicial. Se obtuvo una matriz de la probabilidad posterior de Bayes, en la que las columnas fueron las estrategias y las filas las B_0 .



Parámetros de entrada

Se trabajó con una estructura por edades de la población de 1 a 12+ (esta última clase de edad se compuso de las edades de 12 a 18 años). Los parámetros de creci-

miento de la ecuación de von Bertalanffy fueron:

$$K = 0.15 ; l_{\infty} = 91 ; t_0 = -1.921$$

Para establecer la relación peso-longitud, se usaron los parámetros:

$$a = 0.0053, b = 3.27$$

La tasa de mortalidad natural (M) utilizada fue 0.30.

La tasa de explotación para cada flota se estimó como la proporción de la captura con respecto a la biomasa del stock disponible para cada una de ellas.

Para estimar la fecundidad y la producción de huevos por cada hembra dentro de la población, se estimó la proporción de hembras y machos para cada grupo de edad.

La proporción de hembras maduras fue gobernada por la ecuación logística:

$$\rho h = \frac{1}{1 + e^{a+b \cdot t}}$$

donde:

ρh = proporción de hembras maduras

a y b = parámetros de ajuste

t = edad de los individuos

La proporción de hembras que cambian de sexo fue el inverso de ρh

con tres años de desfase, que es la edad a la que inicia el cambio.

En la ecuación de fecundidad se usaron los parámetros:

$$a = 0.0002654, b = 5.0664$$

La vulnerabilidad del mero para la flota mayor mexicana y la cubana fue a partir de la edad 4, mientras que para la flota menor mexicana fue a partir de la edad 1.

Se hizo una comparación de los resultados de biomasa estimados por el modelo con 12 estimaciones de biomasa de otros autores, de las cuales, cuatro caen dentro del intervalo de confianza de 0.95 del presente modelo, cuatro son aproximadas y cuatro están muy lejos del modelo actual (Fig. 6).



Estado actual de la pesquería de mero

El modelo se ajustó hasta el año de 1995 y a partir de entonces se hicieron proyecciones analizando diferentes escenarios. Los resultados indican que la biomasa tiende a disminuir. El ajuste del modelo usando la función de verosimilitud, la cual maximiza los valores del peso promedio de la captura estimados y los del peso promedio de la captura observados en los muestreos, determinó que el valor de la biomasa virgen

se encontraría entre las 135,000 y las 200,000 t (Fig. 7).

En 1995 el valor de la biomasa estaría entre las 20,000 y las 90,000 t, pronosticándose un valor similar para 1997. Sin embargo, en un estudio reciente con el modelo CAGEAN (Monroy y Garduño, 1997), se estima que la mayor probabilidad correspondería a un valor de alrededor de 58,000 t. La incertidumbre en esta evaluación permanece alta, por lo que se efectuarán más estudios y prospecciones para los años

Para proponer las estrategias de manejo se estableció como punto de referencia objetivo (PRO), recuperar los niveles de biomasa que había en 1995 (21% con respecto a la biomasa virgen para el año 2000, $B_{2000} = 0.20$), que equivale a 29,500 t. Una vez que se alcance esta meta, se podrán fijar nuevos niveles de biomasa como estrategias para desarrollar esta pesquería.

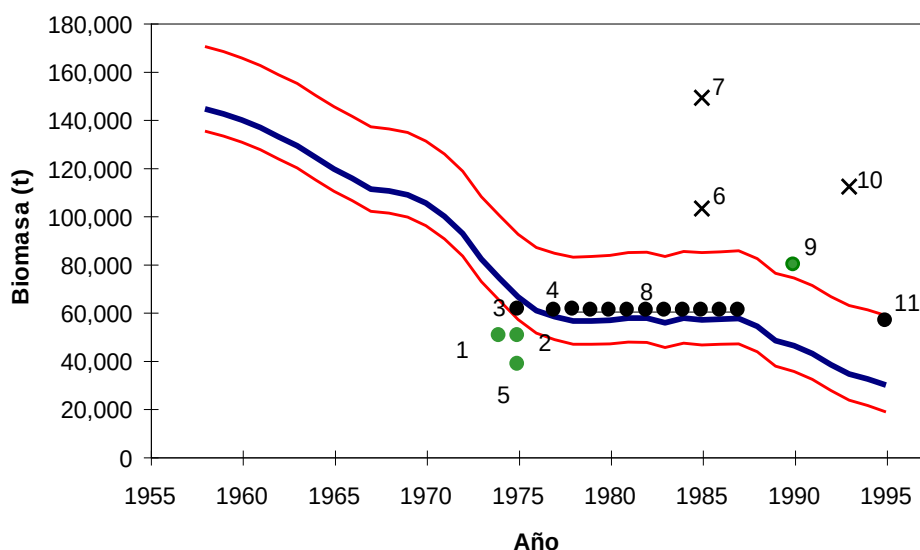


Fig. 6. Tendencia de la biomasa de mero estimada con el modelo durante 30 años. La línea azul indica el mejor ajuste ($p=0.83$). Las líneas rojas corresponden a los límites de la probabilidad obtenida mediante el análisis de Bayes, con probabilidades de $p=0.53$ y $p=0.57$, respectivamente. Los puntos negros son estimaciones realizadas por otros autores que cayeron dentro de las del modelo actual; los puntos verdes se consideran estimaciones cercanas a los valores actuales; y las cruces son estimaciones de otros autores que distan de los actuales. 1) González y Ramis (1974); 2) González y Ramis (1975); 3) Olaechea y Sauskan (1975); 4) Buesa (1978); 5) Doi *et al.* (1981); 6) Fuentes (1986); 7) Seijo (1986); 8) Valdés *et al.* (1989); 9) Valdés *et al.* (1991); 10) Contreras *et al.* (1993); y 11) Valdés *et al.* (1995).

subsecuentes.

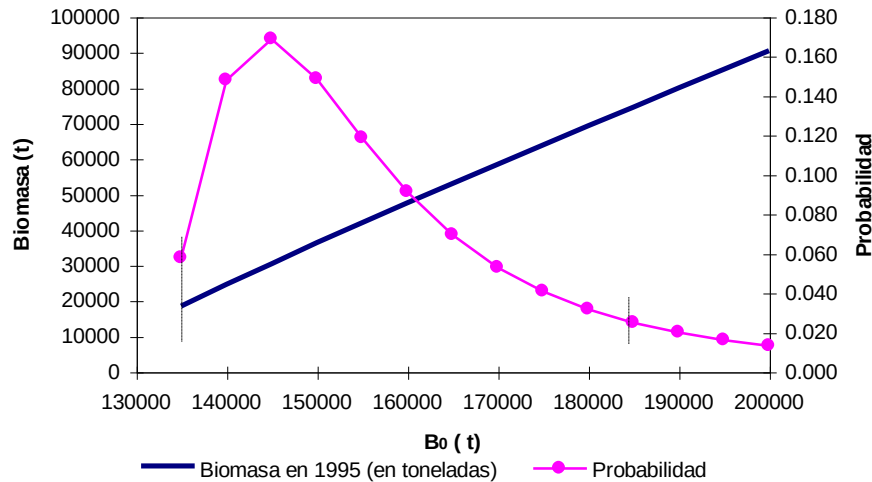


Fig. 7. Distribución de la probabilidad de ocurrencia de la biomasa inicial (B_0) y la biomasa proyectada para 1995.



El presente análisis sugiere que la pesquería del mero se encuentra en deterioro, por lo cual requiere una estrategia de recuperación a corto y mediano plazo.

Para tal efecto se plantearon cuatro estrategias de manejo, para estimar la probabilidad de alcanzar el PRO a mediano plazo (tres años):

- (E1) Disminuir la actual tasa de explotación en un 40%;
- (E2) Disminuir la actual tasa de explotación en un 20%;
- (E3) Mantener las actuales tasas de explotación;
- (E4) Incrementar la actual tasa de explotación un 15%.

Se proyectó el efecto sobre la biomasa que tendría el aplicar estas estrategias a cinco años (B_{2000}), para estimar la probabilidad de alcanzar el PRO definido (Fig. 8).

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Del presente estudio se concluye que para alcanzar el PRO es necesario disminuir las actuales tasas de explotación. La estrategia con mayor posibilidad consiste en disminuir la actual tasa de explotación un 40%.

De mantener las tasas actuales de explotación la biomasa continuará disminuyendo paulatinamente hasta alcanzar un nivel de 20,000 t en el año 2000 (Fig. 9).

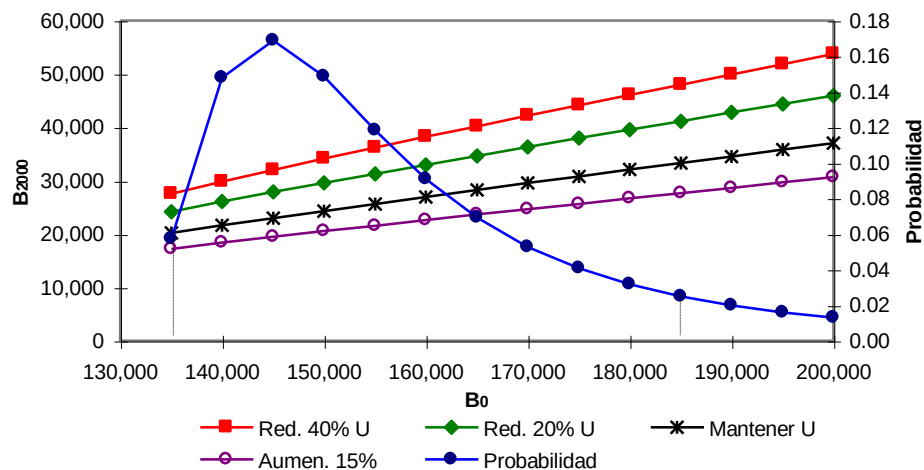


Fig. 8. Probabilidad de alcanzar el Punto de Referencia Objetivo ($B_{2000} = 29,500$ t) aplicando diferentes estrategias de manejo. Las estrategias consisten en disminuir, mantener o aumentar en diferentes magnitudes los valores de la tasa de explotación total estimada en 1995 (U).



La definición de la estrategia de manejo se basa en recuperar el stock o mantenerlo en los niveles de biomasa que presentaba en 1995.

Para mostrar el impacto de las estrategias y las consecuencias de tomar decisiones basadas en las estrategias y métodos aquí planteados, se analizó el riesgo y la incertidumbre mediante cuatro criterios (Seijo *et al.*, 1997):

- Maximax
- Bayesiano
- Minimax
- Maximin

La variable considerada en este estudio (variable de desempeño) fue la biomasa que pronostica el modelo para el año 2000 (B_{2000}). Los estados de la naturaleza fueron las biombras vírgenes probables señaladas (de 135,000 t a 200,000 t), asociados cada uno a su probabilidad de ocurrencia.

En total fueron 14 estados de la naturaleza, así mismo, los criterios utilizados se explican con mayor detalle en el Anexo 1. El resultado obtenido aplicando todos estos criterios fue siempre elegir la estrategia E1, es decir, disminuir la actual tasa de explotación en un 40%.



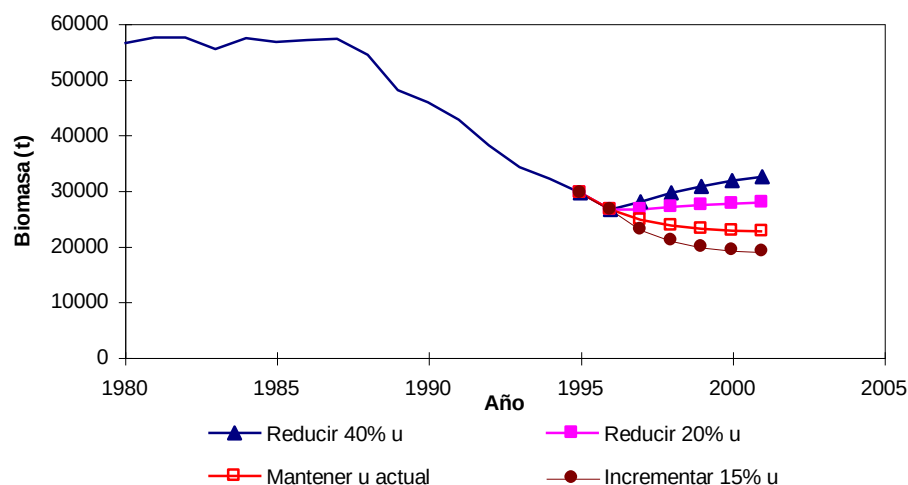


Fig. 9. Proyección de la biomasa de mero a partir de 1995 con cuatro diferentes estrategias de manejo.

Es necesario mencionar que el presente estudio se basa únicamente en una variable de desempeño, por lo que se sugiere ampliar este análisis a variables sociales y económicas, además de otras biológicas. Asimismo, se sugiere realizar estudios más precisos de fecundidad y el efecto que puede tener aplicar una mayor restricción en cuanto a la talla mínima actual, para garantizar por lo menos una reproducción.

Otro aspecto importante que debe estudiarse, es el efecto de la densidad sobre la proporción hembras y machos, considerando la protoginia que sufre la especie y su impacto sobre la biomasa.

Por último, se sugiere contemplar aspectos espaciales en la reglamentación de esta pesquería, porque debe recordarse que los picos de captura coinciden con los periodos de reproducción (marzo a abril), encontrándose la mayor parte del stock concentrado en la parte oriente de la plataforma continental de Yucatán.



REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. 1985. Present status of the red grouper fishery in the Campeche Bank. Proc. 38th. Ann. Sess. Gulf and Caribb. Fish. Inst. Martinique.
- Arreguín-Sánchez, F. 1987. Estado actual de la explotación del mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche. XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca CRIP Yucalpetén, México.
- Arreguín-Sánchez, F. 1992. An approach to the study of the catchability coefficient with application to the red grouper (*Epinephelus morio*) fishery from the continental shelf of Yucatán, México. Tesis doctoral. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Yucatán, México.
- Beaumariage, D. & L. H. Bullock. 1976. Biological research on snappers as related to fishery managements requeriments. Procc. Colloquium on snapper-grouper fishery resources of the Western Central Atlantic Ocean. Texas A&M University Sea Grant College Report 17: 86-94.
- Blanco, R., R. Valdés y A. Pérez. 1980. Evaluación de la pesquería de la cherna americana (*Epinephelus morio*, Perciformes: Serranidae) en el Banco de Campeche. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5 (1): 38-45.
- Buesa, R. J. 1978. La captura máxima permisible como función de la relación producción/generaciones anuales. Primer Foro Científico. MIP/CIP Cuba.
- Burgos, R. R. y M. Pérez P. 1991. Análisis estacional de la captura por unidad de esfuerzo de la flota mayor de Progreso, Yuc., en el periodo 1984-1990. XI Congreso Nacional de Zoología Octubre 1991.
- Caddy, J. F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper 347. FAO, Roma.
- Camber, Y. C. 1955. A survey of de red snapper fishery of the Gulf of México, with special reference to the Campeche Bank. Florida State Board of the Consevation Tecnical Series 12.
- Contreras, M. G. 1986. Investigaciones biológico-pesqueras de peces demersales (mero) del Golfo de México y Mar Caribe. Informe

Técnico del Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Yucalpetén (inédito).

Contreras, M. G. 1988. Areas y temporadas de desove de mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Yucalpetén (inédito).

Contreras, M., R. Valdés A., V. Moreno G., R. Burgos R., S. Nieto M., J. Pol P. y S. Moreno A. 1993. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Val., 1828) en el Banco de Campeche 1991-1992. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Yucalpetén, Méx; MIP, CIP La Habana, Cuba (inédito).

Contreras, M.G., V. Moreno G. y R. Burgos R. 1995. Estado actual de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en Yucatán. En: CD-Multimedia: Atlas Pesquero de México, Pesquerías Relevantes. SEPESCA, INP. Cenedic Univ. de Colima, México.

Doi, T., D. Mendizabal y M. Contreras G. 1981. Análisis preliminar de la población del mero *Epinephelus morio* (Valenciennes) en el Banco de Campeche. Ciencia Pesquera 1 (1): 1-15.

Fuentes, D. y M. Contreras. 1986. Situación de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en Yucatán. Análisis 1985. CRIP Yucalpetén. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Fuentes, D. 1987. La pesquería del mero en el Banco de Campeche. VII Congreso de Oceanografía. Ensenada, B. C. México pp. 27-31.

García, F., P. Arceo y R. Puerto. 1986. Análisis de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche durante el periodo 1982-1984 según los modelos de Shaefer y Fox. CRIP Yucalpetén. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

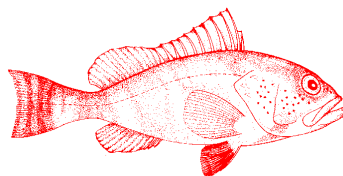
González, P. y H. Ramis. 1974. Estudios preliminares sobre el comportamiento y la biología de la cherna americana *E. morio*

- (Valenciennes) en el Banco de Campeche. CIP La Habana, Cuba. (Inédito).
- González, P. y H. Ramis. 1975. Estudios preliminares la cherna americana *E. morio* en el Banco de Campeche. CIP La Habana, Cuba. (Inédito).
- Guzmán, E. 1986. Contribución al conocimiento de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en el litoral del Estado de Yucatán. Tesis profesional, ENEP Iztacala, UNAM, México.
- Heemstra, P. C. & Randall, J. E. 1993. FAO Species catalogue. Groupers of the world (Family Serranidae, subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper, and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125.
- Hilborn, R. & C. Walters 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Hilborn, R. & M. Mangel. 1997. The ecological detective. Confronting models with data. Princeton University Press, New Jersey.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohorte analysis). FAO Fish. Tech. Pap. 256: 1-188.
- Klima, E. F. 1976. An assessment of the fish stocks and fisheries of the Campeche Bank. WECAF Stud. FAO 5: 1-24.
- Moe, M. A. 1969. Biology of the red grouper, *Epinephelus morio* (Valenciennes), from the eastern Gulf of México, Fla. Bd. Conserv. Mar. Lab. Prof. Pap. Ser. 10: 1-95.
- Monroy C. y M. Garduño A. 1997. Stock Assessment of the gruper (*Epinephelus morio*) in Campeche Bank, Gulf of Mexico. CRIP yucalpeten. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (Inédito).
- Moreno, V., R. Burgos y M. Contreras. 1991. Distribución de la talla media de *Epinephelus morio* (mero) por cuadrante en el Banco de Campeche de 1981 a 1988. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yuc.

- Moreno, V. G., M. Contreras, R. Burgos, J. C. Mena, R. Valdés y S. Nieto. 1995. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1990-1994. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA-México, CIP Cuba (inédito).
- Moreno, V. G., A. Hernández F., M. Contreras, R. Burgos J., E. Giménes H. y S. Nieto M. 1997. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1958-1996. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Muhlia, A. 1976. Aspectos biológicos pesqueros de (*Epinephelus morio*, Valenciennes) "mero". Mem. Simp. Nal. Recursos Pesqueros Marinos de México. S.I.C. Instituto Nacional de la Pesca: 223-264.
- Rodríguez, H. S. 1986. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes) en el Banco de Campeche utilizando dos estructuras ósea diferentes (otolitos y hueso mesopterigoides). Tesis Profesional. Univ. Autónoma de Nuevo León, México.
- Rodríguez, H. S. 1994. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes) en mediante la lectura de otolitos y cuatro métodos basados en frecuencias de longitudes. Tesis de maestría en Biología Marina. Univ. de La Habana, Cuba.
- Seijo, J. C. 1986. Comprehensive simulation model of a tropical demersal fishery red grouper (*Epinephelus morio*) of the Yucatán continental shelf. Ph.D. Thesis. Michigan State University.
- Seijo, J. C., O. Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía Pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO. Doc. Tec. Pesc.(en prensa).
- SEMARNAP. 1995. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente recursos Naturales y Pesca. México.
- Sierra, C. J. 1977. Reseña histórica de la pesca en México (1821-1977). Depto.de Pesca. México.

- Smith , C. L. 1961. Synopsis of biological data on groupers (*Epinephelus* and allied genera) of the western North Atlantic. Fish. biol. Synopsis 23: 1-61.
- Solís, M. R. 1969. The red grouper fishery of Yucatán Península, México. 37th. Miami, Fla., U.S.A. Annual meeting. Gulf and Caribbean Fisheries Institute: 122-129.
- Sparre, P. y S. Venema C. 1990. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Fish Tech. Rep. 306.1.
- Thompson, W. F. y F. H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep. Int. Fish. Pacific Halibut Comm. 8: 49 pp.
- Valdés, E. y G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5 (2): 38-55.
- Valdés, R. A. 1988. Determinación de edad por retrocálculo de lecturas de hueso urohial. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Valdés, R., D. Fuentes, S. Nieto, M. Contreras, C. Zetina, V. Moreno, R. Burgos, V. Ríos, C. Monroy y F. Mendoza. 1989. Informe de Investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1989. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Valdés, R., V. Moreno, S. Nieto, M. E. González, J. Pol, V. Ríos, C. Zetina, R. Burgos y M. Contreras. (1991). Informe de Investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1991. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Valdés, R. A., D. Fuentes C, M. Contreras G, W. Blanco A, M. Sáenz S., V. Moreno G., R. Reyes C., P. Arceo B. y C. Zetina M. (1987). Informe anual 1996 del programa de cruceros de investigación sobre el mero *Epinephelus morio* (Valenciennes) en el Banco de Campeche. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).

Zupanovic, S. y P. González. 1975. Investigación y pesquería de la cherna en el Banco de Campeche. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).



ANEXO 1

CRITERIO BAYESIANO

Como primer paso se construyó la matriz de la variable de desempeño, la cual presenta la biomasa para el año 2000 asociada a los 14 estados de la naturaleza (biomasa virgen), la estrategia de manejo y su probabilidad. A partir de esta matriz se construyó la matriz de lamentos, la cual se construye a partir de la primera, restando para cada estado de la naturaleza la estrategia que maximiza la variable de desempeño. Se construyó un vector del valor esperado, que es la suma del producto para cada estrategia de la variable de desempeño por su probabilidad de ocurrencia. Finalmente se eligió el mínimo valor esperado de la matriz de lamentos, buscando reducir las pérdidas de aplicar cualquier estrategia, considerando su probabilidad de ocurrencia. La estrategia seleccionada con este criterio fue la E1 (disminuir en un 40% la actual tasa de explotación).

CRITERIO MAXIMAX (SIN PROBABILIDAD)

Este criterio consistió en elegir de la matriz de la variable de desempeño, la estrategia que maximice esta variable, sin considerar la probabilidad de que suceda dicho evento. La estrategia seleccionada con este criterio fue E1 (disminuir en un 40% la tasa de explotación actual), pronosticando que se alcanzará una biomasa de 53,775 t para el año 2000.

CRITERIO MAXIMIN (SIN PROBABILIDAD)

Para aplicar este criterio, se formó un vector de los mínimos valores de la matriz de la variable de desempeño, a partir de este vector se seleccionó la decisión que maximizó los mínimos valores de la variable de desempeño. Este criterio es generalmente aplicado por un tomador de decisiones, altamente cauto y adverso al riesgo. La estrategia seleccionada fue la E1 (disminuir en un 40% la U).

CRITERIO MINIMAX (SIN PROBABILIDAD)

Este criterio sugiere minimizar las pérdidas que cualquier decisión pueda producir, sin considerar las probabilidades asociadas a los eventos. Para ello se construyó un vector de máximos valores en la matriz de lamentos, seleccionando las estrategias cuyo resultados producen las máximas pérdidas incluyendo todos los estados de la naturaleza. Finalmente se eligió el mínimo valor de los máximos lamentos. La estrategia seleccionada fue la E1 (disminuir en un 40% la U) (Seijo et al., 1997).

rojo

rojo

pulpo
pulpo

patón
patón
pulpo

pulpo

rojo
rojo
rojo

rojo

patón

pulpo

pulpo
pulpo
pulpo

pulpo

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE PULPO

ESPECIE: Pulpo patón (*Octopus maya*) y pulpo común (*O. vulgaris*).

- *O. maya* aporta el mayor volumen de captura.
- La dinámica de la población depende de una clara relación stock-reclutamiento.
- Reclutamiento todo el año con un máximo en diciembre-enero.
- Aparentemente los huracanes tienen un efecto positivo en el reclutamiento de *O. vulgaris*.
- El esfuerzo pesquero se desvía hacia la captura de otras especies.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 17,776 toneladas: 62% con respecto al máximo histórico (1996).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO:

- Estructurado por edades.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo pesquero por número de permisos, veda temporal y cuota de captura (NOM-008-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Maximizar el nivel de captura sostenible entre 10,000 y 12,000 toneladas anuales.



PULPO

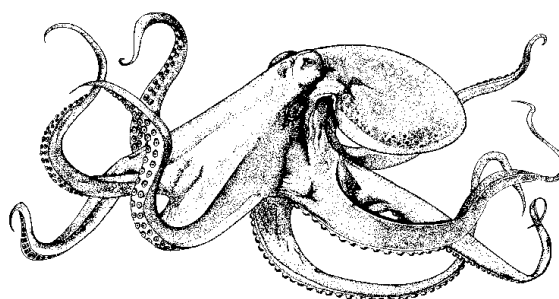
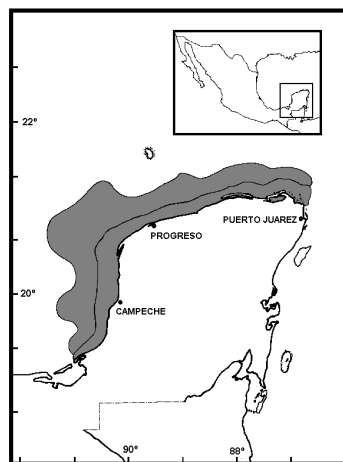
Octopus maya
O. vulgaris

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

En el ámbito nacional el pulpo ocupa el noveno lugar en cuanto a captura, en tanto que en el litoral del Golfo de México y Caribe es la cuarta pesquería más importante. El 98% de la producción nacional proviene de Yucatán y Campeche.

El aumento en el volumen de producción y la demanda internacional han llevado a esta pesquería a ocupar el tercer lugar nacional por su valor comercial, superada sólo por el camarón y el atún.



El aprovechamiento del pulpo en México tiene su origen en aguas adyacentes al puerto de Campeche, Camp., donde en 1949 se registraron 50 t. En los años sesenta, como resultado de la construcción de la carretera que une al sureste con el resto de la República, se extiende la captura a los puertos de Seybaplaya y Champotón; se abren, además, los mercados de Tabasco, Veracruz y México, D.F.

El 98% de la pesquería de pulpo a escala nacional proviene de los estados de Yucatán y Campeche. En el primero participan la flota artesanal y la industrial, mientras que en Campeche sólo hay pesquería artesanal.

La pesquería del pulpo inició en Campeche en 1949. A causa de una disminución de la pesca en este Estado, Yucatán se integra formalmente a la captura del pulpo en 1970, registrando una producción de 304 t, comenzando así el desarrollo de esta pesquería en la entidad.

El puerto pesquero piloto de Alvarado, Ver. se incorpora como comprador y regulador de precios en Campeche mediante la fijación de un precio único por temporada, evitando con ello las especulaciones habituales del mercado y con lo cual se eleva la captura a 1,321 t en 1965. En 1970, a consecuencia del decremento de la pesca en Campeche, los pescadores incursionan en aguas de Celestún; así se integra Yucatán con una captura de 304 t e inicia la explotación formal de la especie (Solís-Ramírez, 1962, 1967, 1975, 1988, 1991a y 1994).

Durante 1974-1975, se realiza una campaña de promoción de la captura de pulpo en Yucatán (Solís-Ramírez, 1974a, b y c, 1975), lo que propicia la generalización de la actividad pesquera en toda el área de distribución del pulpo *Octopus maya*, logrando además reducir el esfuerzo aplicado a la pesca del mero.

De 1949 a la fecha, la captura de pulpo en Campeche se ha realizado sólo con embarcaciones de la flota

costera o artesanal. En Yucatán, en cambio, a partir de 1982 se suman las embarcaciones de la flota mayor dedicadas tradicionalmente a la captura de especies de escama, como el mero y huachinango.



La pesquería recae principalmente en dos especies: *Octopus maya*, llamado pulpo rojo, y *O. vulgaris*, pulpo patón. La primera se captura de agosto a noviembre a lo largo de las costas de Campeche y Yucatán a profundidades entre las 0 y 10 brazas; la segunda predomina en un 60% de noviembre a diciembre en la captura de la flota mayor, la cual se realiza entre las 10 y 20 brazas de profundidad.



Actualmente, la flota menor que opera en la península de Yucatán está compuesta por 1,908 embarcaciones; la flota mayor por 508. En la *tabla 1* se presenta el desglose de embarcaciones por entidad y sector.

Tabla 1. Número de unidades de producción pesquera por sector en Yucatán y Campeche (1997).
Fuente: Delegación de la SEMARNAP en Campeche y Yucatán. Departamento de Administración de Pesquerías.

a) Yucatán

Sector	Organización	Número	Pescadores	Embarcaciones		Equipos y artes Pesca		Permisos
				Mayor	Menor	Alijos	Jimbas	
Social	SCPP-OFOS	206	4915	67	701	2008	3325	67
Privado	Emp.-Part.	456	8453	441	1207	4874	12215	456
	Totales	662	13368	508	1908	6882	15540	523

**b)
Campeche**

Sector	Organización	Número	Pescadores	Embarcaciones		Equipos y artes Pesca		Permisos
				Mayor	Menor	Alijos	Jimbas	
Social	S.C.P.P.	6	186	0	57	0	798	6
	OFOS	22	391	1	135	0	1890	22
Subtotales :		28	577	1	192	5	2702	28
Privado	Varios	82	782	5	318	25	4492	82
Totales :		110	1936	6	510	30	7194	110

BIOLOGÍA

Octopus 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 abarca desde las aguas adyacentes a Cd. del Carmen, Camp. hasta Isla Mujeres, Q. Roó (Solís-Ramírez, 1994; Solís-Ramírez *et al.*, 1962, 1994 y 1996; Van Heukelem, 1977).

Los huevos de *Octopus maya* son grandes, piriformes y de color blanco. Su fecundidad fluctúa entre 1,500 y 2,000 huevos. Las crías al eclosionar poseen todas las características anatómicas y conductuales propias de un adulto, tienen desarrollo directo. La temporada de desove es de noviembre a diciembre; la incubación dura cerca de dos meses y en el transcurso de este periodo la hembra no se alimenta ni sale de su cueva (Fuentes *et al.*, 1965; Solís-Ramírez, 1967; Seijo *et al.*, 1989; Voss y Solís, 1966).

Solís-Ramírez y Chávez (1986) mencionan una longevidad de 18 meses, en tanto que Van Heukelem (1976,1977) observó una longevidad de un año en condiciones de cau-

tiverio. El reclutamiento pesquero ocurre entre los seis y siete meses de edad.



Octopus vulgaris. es una especie cosmopolita ampliamente distribuida. Habita hasta los 150 m de profundidad. Vive en aguas con temperaturas que oscilan entre 6 y 33°C, aunque es mas común que se ubique entre los 10° y 30°C. En el Golfo de México constituye pesquerías en aguas orientales de la península de Yucatán, zonas Arrecifales de Veracruz y Tuxpan, Ver. Su ciclo vital tiene duración de 12 a 24 meses. La fecundidad de la especie oscila entre 100,000 y 500,000 huevos; el desarrollo embrionario es indirecto, pasando por una fase larvaria la cual forma parte del plancton durante cinco a doce semanas antes de adoptar vida bentónica (Hernández y Tabares, 1993; Solís-Ramírez, 1988 y 1991a; Van Heukelem, 1976).

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

Las embarcaciones de la flota menor o artesanal miden entre 18 y 31 pies de eslora y llevan abordo entre uno y dos "alijos" o pangas de 11 pies de eslora. Su capacidad máxima de almacenaje es de 0.5 t; el número de

pescadores abordo oscila entre uno y cuatro.

Las embarcaciones de la flota mayor con una eslora que varía entre los 40 a 72 pies, actúan como nodrizas llevando abordo entre siete y nueve alijos; su capacidad de almacenaje es de 5.0 a 15.0 t. Abordo viajan entre 10 y 12 personas, tres tripulantes y un pescador por cada alijo.



La temporada de pesca abarca del 1° de agosto al 15 de diciembre. Los viajes, en el caso de la flota artesanal, tienen una duración de uno (18-25 pies) a tres días (31 pies de eslora); la flota mayor tiene una autonomía de 15 días.

Actualmente la flota menor opera a lo largo del litoral de Yucatán (0-10 brazas), en 15 comunidades pesqueras, concentrándose las descargas en ocho puertos de los cuales destaca Progreso como la base de operación y de descarga, ya que el grueso de la flota mayor (10-20 brazas) se encuentra en su jurisdicción al igual que un buen número de embarcaciones menores; en Campeche los desembarcos se realizan en siete puertos.



La zona oriental de la península (frente a Dzilam de Bravo a Cabo Catoche) es la más productiva,

generalmente con tallas mayores a la mínima autorizada.

La temporada de pesca de Octopus maya y O. vulgaris abarca de agosto a diciembre.

La pesca se realiza exclusivamente durante el día, utilizando el método campechano o "al garete". Este consiste en dejar la embarcación a la deriva, arrastrando las líneas o cordeles con la carnada (jaiba, cangrejo moro o cangrejo araña) en el fondo, atada al extremo libre de la línea pulpera. El otro extremo 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 las lanchas usan jimbas de cuatro a cinco metros y unas 16 líneas. (Arreguín-Sánchez et al., 1987; Solís-Ramírez, 1962; 1967, 1991b y 1994).

Tanto en Campeche como en Yucatán se captura pulpo mediante el buceo con gancho, a pulmón y *hooka*, método no autorizado en la NOM-008-PESC-1993, particularmente en la primera entidad. Las trampas japonesas sólo fueron implementadas a prueba y aun cuando se obtuvieron resultados que sugerían una buena alternativa de áreas de pesca no aprovechadas con el método al garete, se discontinuó su uso.



Se ha tratado de introducir el sistema de ollas (nunmarellas), tubos dobles de PVC de 15 cm de diámetro; así como "señuelos" de plástico en forma de cangrejo moro como sustituto de la carnada natural dada su escasa disponibilidad y alto costo. Sin embargo el uso de ninguno de éstos se ha generalizado.

τ Tendencias históricas

En Yucatán las capturas presentan una tendencia hacia el incremento sostenido, ya que de 12,396 t registradas en 1966, se alcanzan 30 años después casi 19,000 t. (SEMARNAP, Deleg. Federal), en contraste, Campeche presenta una tendencia al decremento (Fig. 1). Por otra parte, Quintana Roó ha aumentado las capturas de 95 t en 1990 a 307 t en 1996.



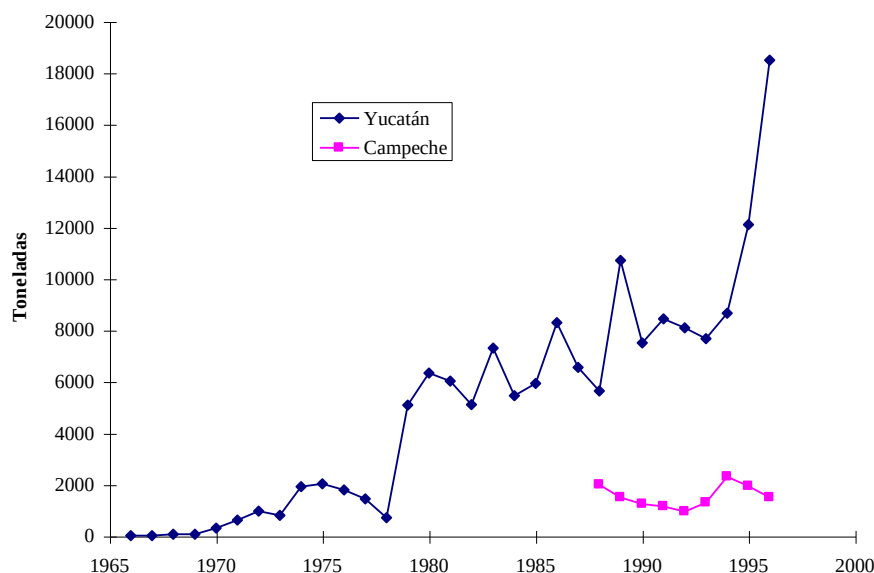


Fig. 1. Tendencia de la captura de pulpo en Yucatán y Campeche.

Como muestra de la influencia de los fenómenos atmosféricos, destaca la influencia de la ocurrencia de ciclones. Se ha observado que la producción aumenta el año inmediatamente posterior a la ocurrencia de uno de estos fenómenos. Un ejemplo lo constituyen los incrementos aislados de captura después de los huracanes Gilberto (1988), Ópalo y Roxana (1995). Este efecto se discutirá en el contexto de las proyecciones de las capturas en una sección posterior.

El rendimiento de la pesquería difiere entre un estado y otro, lo cual se debe a tres factores principales:

a) las embarcaciones campechanas tradicionalmente no emplean alijos, aunque desde hace dos años hay una tendencia a usarlos;

b) al estar menos disponible el recurso en sus campos pesqueros, los pescadores campechanos emigran a Yucatán durante la temporada de captura y registran su pesca en los puertos donde establecen su base de operaciones;

c) Campeche no cuenta con una flota mayor considerable (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1987; Solís-Ramírez, 1988).



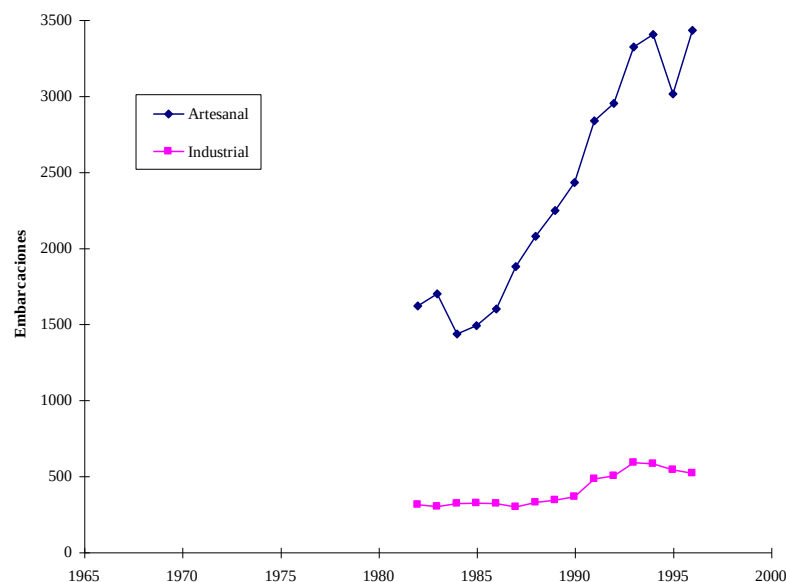


Fig. 2. Evolución del número de embarcaciones dedicadas a la captura de pulpo en Yucatán.

Los fenómenos atmosféricos tienen marcada influencia en la producción del pulpo, se ha registrado un incremento en ésta un año posterior a la ocurrencia de ciclones.

La serie histórica de datos de esfuerzo (flotas artesanal y mecanizada, Fig. 2) en Yucatán, muestra una marcada tendencia al incremento, excepto en los dos últimos años en los que aparentemente se observa una importante baja. Esto sin embargo, es consecuencia de un proceso de ajuste en el procedimiento de registro del número real de unidades.

La captura artesanal de *Octopus maya* desembarcada de 1985, alcan-

za su máximo rendimiento en la segunda quincena de septiembre, para un nivel acumulado de 2,800 t, en tanto que la flota mayor alcanza su máximo en la segunda quincena de noviembre, con un esfuerzo de 6,900 días efectivos de pesca y una captura acumulada de 2,400 t (Seijo *et al.*, 1987).

En la *tabla 2* se observan valores de la captura (C) divididos entre el número de lanchas (L) más el de alijos (A); entre el número de pescadores (Pesc) o, entre el número de líneas pulperas (*líneas*), derivados de la captura de 1991 a 1994 abordo de las embarcaciones o en centros de recepción de Yucatán.

Tabla 2. CPUE de pulpo rojo (*Octopus maya*) en Yucatán, 1991-1994.

CPUE	1991	1992	1993	1994
C/L+A	19.761	18.037	11.346	11.016
C/No Pesc.	18.406	17.553	10.644	10.277
C/No. líneas	2.025	1.856	1.187	1.087



En todos los casos se advierte una tendencia a la baja, misma que sugiere abrir una línea de investigación que permita un análisis más fino.

τ Pesca incidental

El método de pesca conocido como “garateo” es prácticamente exclusivo para la captura de pulpo. En un estudio de pesca experimental con trampas para pulpo japonesas, la supresión del arillo de las bocas o mataderos fue suficiente para que dejara de ser selectiva y así penetraran a los artes en cuestión langosta del Caribe (*Panulirus argus*) y diversas especies de escama, principalmente mero (*Epinephelus morio*).

τ 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 en la costa como entre las isobatas de 10 y 20 brazas. En el primer caso, los pescadores además del equipo para pesca de pulpo llevan equipo de

buceo para capturar langosta, preferentemente, si las condiciones lo permiten. En el segundo caso, las lanchas se dedican a pescar mero cuando las tallas del pulpo son pequeñas o bien si la disponibilidad del recurso no es redituable.

Los pescadores de pulpo, en ocasiones durante la faena diaria alternan la captura de langosta y mero.

También es común que pescadores de Champotón, Camp. desmonten sus jimbas a fines de octubre y se dediquen a capturar con redes agalleras peto o carito (*Scomberomorus cavalla*) y/o sierra (*S. maculatus*), al escasear el recurso pulpo.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

La península de Yucatán cuenta con una extensa red de carreteras que comunican a los centros de produc-

ción pesquera con los centros de abasto del país.

El transporte marítimo equipado con sistemas de congelación facilita la exportación, al igual que el aéreo facilita la de producto fresco (en hielo).

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. Las comunidades pesqueras existentes de Celestún a El Cuyo cuentan con centros de recepción para productos pesqueros en hielo y por ende de almacenaje temporal.

Para el mercado interno se distribuye en camiones en camas de hielo o en congelación en camiones equipados con *thermo king* a: la Cd. de México, Puebla, Guadalajara, Irapuato, (donde se vende cocido) y Mexicali, B.C., entre otros.

El mercado nacional está constituido principalmente por el D.F., Puebla, Guadalajara y Jalisco, mientras que el internacional lo conforman básicamente Corea, Japón y España.

τ *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. Las exportaciones se realizan principalmente a Corea, Japón y España.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La Norma Oficial Mexicana NOM-008-PESC-1993 indica que actualmente existe una veda para el área de la península de Yucatán, la cual abarca del 16 de diciembre al 31 de julio. Además se establece una talla mínima de captura de 110 mm de longitud del manto -medida entre la región interocular y la porción distal del manto- y se prohíbe el buceo con gancho o fisga (Diario Oficial de la Federación, 21.12.93).

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ *Modelo*

En la pesquería de pulpo de Campeche y Yucatán se ha asumido que la reproducción de la cohorte (o generación) importante, explotada durante la temporada de pesca, es la que origina los reclutas para la

siguiente temporada. Con este supuesto, la intensidad de pesca de un año tiene influencia directa sobre la captura del siguiente. En este caso, entonces, no sólo es importante maximizar la captura de una temporada en particular, sino encontrar los límites de la mortalidad por pesca dentro de los cuales se pueda mantener la pesquería a largo plazo.

También se deben considerar las variaciones en la vulnerabilidad, debidas a las migraciones hacia zonas someras de los individuos de *Octopus maya* durante las primeras semanas de la temporada de pesca, como lo sugiere Caddy (1979), y el encuevamiento de las hembras durante la segunda mitad de ella.



Se utilizó un modelo estructurado por edades para describir y evaluar la pesquería de pulpo (*O. maya*) en Yucatán de 1982 a 1996. Este tipo de modelos ha sido frecuentemente empleado en el Instituto Nacional de la Pesca, para determinar las fechas más convenientes de inicio y terminación de los periodos de veda de varias especies, entre otras cosas.

El número total de individuos a la edad t se calcula por medio de la fórmula:

$$N_t = N_{t-1} e^{-M} - C_{t-1}$$

donde:

N_t = número de individuos a la edad t

N_{t-1} = número de individuos a la edad $t-1$;

M_t = coeficiente de mortalidad natural al tiempo t ;

C_{t-1} = captura en número de individuos a la edad $t-1$;

e = base de los logaritmos naturales.

En el primer periodo anual de la simulación el parámetro *Rec* (Reclutamiento) ocupa el lugar de N_{t-1} en esta expresión.

El número vulnerable de machos que entra al área de pesca se expresa con la ecuación:

$$N_{m\ vul\ t} = N_t\ m\ P_{vul}$$

donde:

$N_{m\ vul\ t}$ = número de individuos machos vulnerables a la edad t

N_t = número de individuos a la edad t

m = proporción de machos en la población

P_{vul} = proporción de individuos que se hacen vulnerables al arte de pesca por migración

P_{vul} se calcula por medio de la expresión logística:

$$P_{vul} = 1/(1 + e^{-r(Lt - Lm)})$$

donde:

P = probabilidad de captura

r = parámetro de curvatura de la ecuación de migración

L_m = límite inferior de la clase de longitud más alta a la que los individuos han migrado al área de pesca

El número vulnerable de hembras que entra al área de pesca se obtiene con la expresión:

$$N_{h\ vul\ t} = N_t\ h\ P_{vul}\ P_{ne\ t}$$

donde:

$N_{h\ vul\ t}$ = el número de individuos hembras, vulnerables a la edad t

h = proporción de hembras en la población

$P_{ne\ t}$ = proporción de individuos hembras que no se han encuevado al tiempo t

$P_{ne\ t}$ se calcula como $1 - P_{e\ t}$. La proporción de hembras encuevadas al tiempo t , $P_{e\ t}$, tiene la misma forma logística que P_{vul} , por lo tanto, el número de hembras encuevadas en el tiempo t se calcula como:

$$N_{e\ t} = N_t\ h\ P_{vul}\ P_{e\ t}$$

La captura por pesquería, en número de individuos, se calcula con la ecuación:

$$C_t = N_{vul\ t}\ F_t$$

donde:

C_t = captura en número de individuos de la edad t

$N_{vul\ t}$ = número total (suma de machos y hembras) de individuos vulnerables a la edad t

F_t = coeficiente de mortalidad por pesca ocasionada por la pesquería en el tiempo t

La mortalidad por pesca se relaciona con el esfuerzo, por medio de la expresión:

$$F = q\ f_t$$

donde:

f = esfuerzo pesquero al tiempo t

q = coeficiente de capturabilidad (la fracción de la población que es capturada por cada unidad de esfuerzo)

La captura en número de individuos se transforma en captura en peso multiplicándola por el peso para cada edad. El crecimiento en longitud de los individuos de las cohortes simuladas se calcula usando la ecuación de von Bertalanffy (Ricker, 1975; Pauly, 1984) y se convierte a peso, por medio de la relación peso-longitud.

El reclutamiento al siguiente año se presenta con una expresión simplificada de la relación stock-reclutamiento como:

$$Rec_{y+1} = a\ N_{e\ i}$$

donde:

Rec_{i+1} = reclutamiento al año $i+1$

a = pendiente de la expresión simplificada de stock-reclutamiento

N_{ei} = número de hembras encuevadas al año i

El uso y validación del modelo incluyó pasos como el análisis de sensibilidad (para evaluar como varía el resultado de interés con variaciones en los parámetros de entrada). También se analizó la relación entre los parámetros empleados en el modelo. Ambos procedimientos se llevan a cabo para evaluar el efecto de asumir un valor específico de uno o varios parámetros sobre el resultado final y examinar la factibilidad de valores específicos de parámetros obtenidos en los ajustes (Hilborn y Walters, 1992).



La estimación de los parámetros y la obtención de la probabilidad posterior, para medir la incertidumbre asociada a ellos, se llevó a cabo mediante un ajuste *bayesiano*, usando la máxima verosimilitud como medida de bondad de ajuste y empleando la versión simplificada del método de "Muestreo con Importancia en el Remuestreo" (*Sampling Importance Resampling* -SIR- Gelman *et al.*, 1995) usando la probabilidad previa como función de importancia.



Con base en los resultados del procedimiento anterior, se obtuvo la distribución de probabilidad y la distribución acumulativa de las proyecciones de captura total para la temporada de 1997.

Para evaluar el efecto de la pesca sobre el reclutamiento (y, por ende, en el mantenimiento de la pesquería a largo plazo) se empleó el procedimiento de Sissenwine y Shepherd (1987). Este último consiste en hacer estimaciones del stock reproductor y de reclutamiento a la temporada siguiente y con ellas hacer una gráfica con stock reproductor en el eje de las abscisas y el reclutamiento correspondiente en el eje de las ordenadas. En el método propuesto por esos autores, se trazan tres líneas rectas a partir del origen, llamadas convencionalmente líneas de F_{med} , F_{high} y F_{low} , la primera es la línea que deja el 50% de los puntos a cada lado de ella. Las otras dos líneas encierran entre ellas el 95% de esos puntos, dejando 2.5% de ellos a la izquierda de F_{high} y a la derecha de F_{low} (Caddy y Mahon, 1995). En nuestro caso, el parámetro a se utiliza como una aproximación a F_{med} , es decir, la mortalidad por pesca que permite al stock permanecer al mismo nivel de la temporada anterior. F_{high} y F_{low} estarían representadas por los límites del intervalo del 95% en la distribución de probabilidad posterior de ese parámetro.



Después, se hace un análisis de “*Stock Repductor por Recluta*”, análogo al de “*Rendimiento por Recluta*”, que resulta en una curva monotónicamente descendente, la función S/R , en función de la mortalidad por pesca. Se coloca el inverso de la pendiente de las tres líneas mencionadas en el párrafo anterior sobre el eje de las ordenadas y se proyectan sobre la función S/R . Las abscisas correspondientes a esas proyecciones son estimados de F_{med} , F_{high} y F_{low} . F_{med} , se define como la mortalidad por pesca que permite que ocurra el nivel medio de reclutamiento observado en los años en que se tienen datos de stock y reclutamiento.

En otras palabras, el mantener la mortalidad por pesca cercana a F_{med} , que se eligió como el punto de referencia, permite que el reclutamiento se mantenga en niveles que sostengan la pesquería al largo plazo. Si la mortalidad por pesca se encuentra cercana a F_{high} , existe una alta probabilidad de que se afecte la capacidad de recuperación del recurso y que la pesquería no sea sostenible a largo plazo.

Este procedimiento se efectúa tres veces, para el nivel más probable de mortalidad natural y para los límites del intervalo de confianza del 95% de su distribución de probabilidad. De esta manera se obtiene un rango de valores del punto de referencia y no solo un valor puntual.



Adicionalmente, se examinaron las frecuencias de tallas en las capturas y se estimó la mortalidad total por medio de una curva de captura convertida a longitud (Pauly, 1984).

Habiendo considerado en las proyecciones de captura la incertidumbre con respecto a los parámetros del modelo, los resultados del mismo indican que, si el reclutamiento se produce siguiendo el patrón de los últimos 15 años y el esfuerzo se mantiene al nivel de 1996, la distribución de probabilidad de obtener determinado nivel de captura en 1997 sería como se muestra en la *figura 3*.

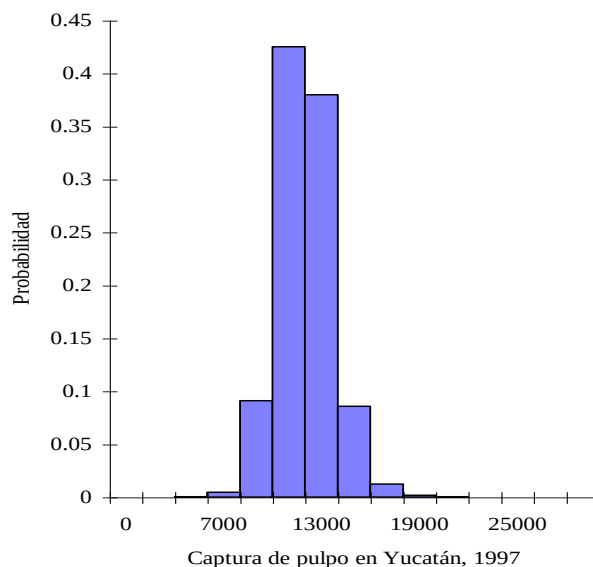


Fig. 3. Distribución de probabilidad de la captura predicha por el modelo, Yucatán 1997.



Estos resultados indican que la captura con 95% de probabilidad de ocurrir para 1997 se encuentra entre las 8,000 y 14,500 t y se tiene un 80% de probabilidad de que esa captura sea de entre 9,000 y 13,000 toneladas.

Sin embargo, el análisis del reclutamiento, que debía arrojar información sobre el estado de explotación no arrojó resultados claros. La distribución de probabilidad posterior del reclutamiento al primer período simulado era esencialmente plana en un rango muy amplio, de varios órdenes de magnitud. Esto se debe probablemente a que los datos de captura, muestran un aumento lineal

(exceptuando algunos años, lo que se discutirá más adelante) sin llegar aún a estabilizarse y aportan por tanto poca información sobre la capacidad virgen del stock.



Las dificultades para estimar el reclutamiento inicial indicaban que había que tomar con precaución las estimaciones de los parámetros M y a que aparentemente no presentaban esos problemas. En efecto, el análisis de la relación entre los parámetros mostró que los valores de reclutamiento que explican el mismo nivel de captura, en términos del modelo empleado, tiene una relación inversa a los correspondientes a la capturabilidad q y la constante a , pero directa con los de la mortalidad natural M . La capturabilidad, a su vez, tiene una relación

directa con la mortalidad natural e inversa con el parámetro de reclutamiento a . La relación entre este último y la mortalidad natural es también inversa. Esto implica, por ejemplo, que una sobreestimación del reclutamiento resultaría en una subestimación del coeficiente de capturabilidad q que tendría implicaciones de consideración en la evaluación del grado de explotación de la pesquería.



El análisis de sensibilidad mostró, entre otras cosas, que un aumento de 50% en la mortalidad natural causaba un aumento de 100% en el reclutamiento estimado y una disminución de 27% en el valor de la estimación de q para un mismo nivel de bondad de ajuste.

Sin embargo, con base en el análisis de frecuencias de tallas, es posible decir que la mortalidad total es de al menos 0.46 mensual. Aunque el valor no es muy alto respecto a la tasa de crecimiento K y pudiera ser una subestimación, con esa mortalidad, menos del 20% de las hembras que empiezan la temporada llegan al período de encuevamiento y desove. La longitud máxima en las capturas, 200 mm del ápice de la cabeza al punto medio entre los ojos, es muy cercana a la de encuevamiento, cercana a 190 mm, y no alcanza la longitud asintótica (230 mm).

En esas condiciones, no se recomienda aumentar la mortalidad por pesca.



El modelo describe la dinámica de la población de *Octopus maya*, una fuente de incertidumbre a considerar es la proporción de *O. vulgaris* en las capturas en el período examinado. La captura de 1997 resultó ser de alrededor de 14,500 toneladas, incluyendo ambas especies, por lo que la proporción de esa cifra proveniente de *O. maya* queda dentro de lo predicho por el modelo.



El modelo no considera los efectos de factores ambientales en el reclutamiento o en la accesibilidad del recurso. En la *figura 4* se muestra la predicción de capturas para la pesquería de Yucatán. Las capturas en los años 1983, 1986, 1989 y 1987 son superiores a las predicciones y caen fuera del intervalo del 95% de probabilidad de la predicción.



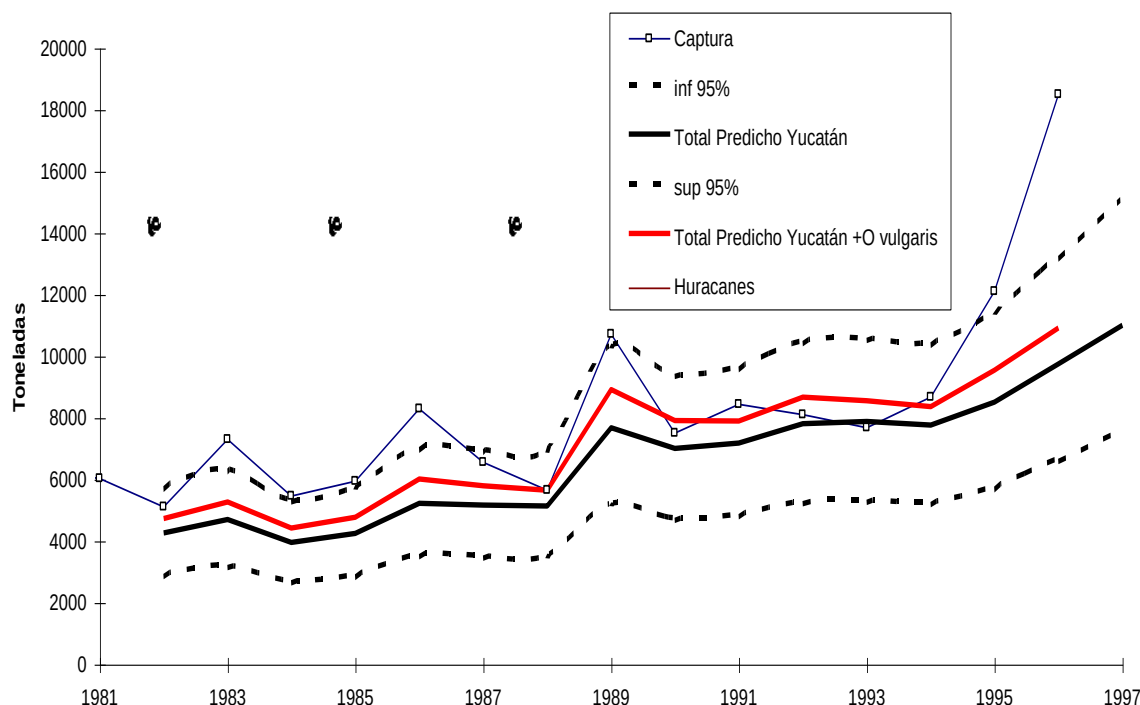


Fig. 4. Predicciones de captura hechas con el modelo (con intervalo de confianza del 95%), comparadas con las capturas observadas en la pesquería de pulpo en Yucatán.

Como se ha mencionado, es un hecho observado que un año después de ocurrir un ciclón en la zona donde se desarrolla la pesquería, las capturas aumentan notablemente. Los símbolos muestran los años en los que ocurrieron ciclones cuya trayectoria afectó la zona comprendida entre los 86 y 91 grados de longitud oeste y los 16 y 25 grados de latitud norte, el área de operación de la pesquería.

Esto implica que la captura de 1996 no puede usarse como indicador de que pueden obtenerse capturas futuras semejantes.



Estado Actual de la Pesquería del Pulpo

La pesquería del pulpo, aunque haya aumentado sus niveles de captura, corre el riesgo de sufrir los efectos de una sobrepesca de reclutamiento al corto plazo, con el consiguiente riesgo de baja en la producción en los años siguientes. La estrategia aplicable es una de mantenimiento para conservar el nivel de captura alrededor de los niveles promedio de los últimos años.

La estrategia de manejo adecuada para la pesquería de pulpo es de mantenimiento a fin de conservar el nivel de captura promedio de los últimos años.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Si la pesquería se sigue sustentando principalmente en *Octopus maya*, no es de esperarse que las capturas aumenten, de hacerlo, se corre un riesgo de una caída de la población y, por ende, de la pesquería en el corto plazo. Las capturas totales solo pueden aumentar si las operaciones de pesca se dirigen en mayor grado a *O. vulgaris*.

La protección del reclutamiento al largo plazo de *Octopus maya* deberá formar parte de la estrategia de manejo de la pesquería. Solo así se podrán conservar al largo plazo las capturas de esta especie. La mortalidad por pesca no debe aumentar para esta especie.

Con el aumento de la captura de Octopus maya (pulpo rojo), se puede esperar que la población sufra un decaimiento, por lo que debe considerarse orientar las operaciones de

Considerando que en la temporada 1996 se encontraron activas 3,434 embarcaciones menores y 517 mayores, y asumiendo una equivalencia de cinco embarcaciones menores por una mayor, se puede expresar el esfuerzo ejercido en “embarcaciones equivalentes” con 6,019 de esas unidades en 1996. El esfuerzo total de la pesquería, si el patrón de explotación de las dos especies capturadas no se modifica, no debe aumentar arriba de esa cifra.



La flota artesanal es la que tiene un efecto más fuerte sobre *Octopus maya* por operar en las áreas someras donde esta especie se concentra para la reproducción. Tanto en la pesquería de Yucatán como en la de Campeche, no debe rebasarse el esfuerzo de pesca actual.



La flota industrial podría aumentar sus capturas si se aumentara la explotación de *Octopus vulgaris* (y no incrementando la captura de *O. maya*) aunque, como no se cuenta a la fecha con información sobre la disponibilidad de esa especie, no se debe incrementar la flota hasta determinar las zonas de ocurrencia y la disponibilidad de *O. vulgaris*. Sin embargo, la tecnología de captura de la flota mayor, que es prácticamente la misma de la menor, requeriría un cambio para tener acceso al área de ocurrencia de esta especie.



No se recomienda el adoptar una cuota como alternativa a la reglamentación del esfuerzo pues, sin una restricción al incremento del mismo eso sólo ocasionaría una disminución de la rentabilidad de la pesquería, la captura por embarcación disminuiría al incorporarse nuevas unidades a la pesquería. En caso de adoptarse una cuota, ésta debe estar acompañada de una reglamentación del esfuerzo pesquero.

En una pesquería con reclutamiento con fluctuaciones irregulares, Caddy (1983) y Caddy y Gulland (1983)

resaltan la reglamentación del esfuerzo como menos dependiente de información en tiempo real sobre el estado del recurso que la administración por medio de una cuota.



En toda las zonas de captura de pulpo, deben evitarse a toda costa prácticas de pesca como la captura con gancho, a la que son muy vulnerables las hembras encuevadas.

No se recomienda la aplicación aislada de cuotas de captura sin considerar la reglamentación del esfuerzo pesquero.

Adicionalmente, los estudios realizados, permiten también sugerir la modificación del actual periodo de veda, de manera que abarque del 1° de enero al 31 de agosto, con lo cual se limitaría la captura de juveniles de *Octopus maya* (Seijo et al., 1987).

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Las experiencias de modelado aplicado por el INP como el de otras instituciones (Díaz de León, 1989) sugieren que es necesaria la investigación de campo para contar con más información sobre biología

básica de *Octopus maya* y su dinámica poblacional. Evaluaciones de densidad poblacional e importancia de los periodos de reproducción a lo largo del año, entre otras, aportarían nuevos elementos (muy necesarios actualmente) para la administración de la pesquería. En este punto es importante la participación de las instituciones locales y nacionales de investigación.



Para el futuro desarrollo de la pesquería, son necesarias prospecciones de la abundancia y distribución de la población de *Octopus*

vulgaris para determinar zonas de pesca y disponibilidad. También es necesario alentar estudios sobre tecnologías alternativas de captura para la flota mayor. Ambos estudios requieren la participación activa del sector productivo.



También es necesaria la participación de los sectores académico y productivo en estudios sobre las condiciones sociales y económicas de la pesquería. El efecto de limitar el esfuerzo de la flota artesanal debe ser sopesado con la captura de otros recursos por esa flota y la importancia del pulpo en su economía general.



REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F., J. C. Seijo, D. Fuentes y 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. CRIP Yucalpetén. INP, México. Doc. Tec. 4, 41 pp.
- Arreguín-Sánchez, F., M. J. Solís-Ramírez y M. E. González y de la Rosa. 1995. Evaluación del Pulpo, *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de las costas de Campeche y Yucatán, México. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Bax, N.J. 1994. Estimation of natural mortality in ecological models. *In*: Hancock D.A. (ed.) Population Dynamics for Fisheries Management. Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings. Perth, Australia.
- Caddy, J. F. 1983. The cephalopods: Factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. *In*: Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fisheries Technical Paper 231:416-452.
- Caddy, J. F. 1979. Preliminary analysis of mortality, immigration and emigration of an *Illex* population the Scotian shelf. ICNAF Res. Doc 79/VI/120 Series No. 5488, 20 pp.
- Caddy, J. F. & J. Gulland. 1983. Historical Patterns of fish stocks. Marine Policy 7: 267-278.
- Caddy, J. F. & R. Mahon. 1995. Reference points in fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper 347.
- Díaz de León C., A. J. 1989. Modelo de optimización no lineal con criterios múltiples aplicado al manejo y control de una pesquería tropical: El caso del pulpo (*Octopus maya*) de la plataforma continental de Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV, IPN. Mérida.
- Fuentes, D., M. J. Solís-Ramírez y J. De la Garza. 1965. Algunos aspectos de la reproducción de pulpo (*Octopus vulgaris*, Lamarck) de la Sonda de Campeche. Contr. INIBP. II Congr. Nal. de Ocean., Ensenada, B.C., México.
- Gelman, A., J. B. Carlin; H. S. Stern & D. B. Rubin. 1995. Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall. Londres.
- Hernández-Tabares, I. 1993. Los pulpos (Octopodidae) de la pesquería comercial en los arrecifes de Veracruz, México. Oceanología 1: 109-119.
- Hilborn, R. & C. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman & Hall. Nueva York.
- Ludwig, D. & C. Walters. 1981. Measurement errors and uncertainty in parameter estimates for stock and recruitment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38:704-710.

- Morales, G. y M. J. Solís-Ramírez. 1987. Fecundidad y maduración de *Octopus maya*. IX Congr. Nal. de Zoología, Villahermosa, Tabasco, México (Resumen).
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM. Contribution 143.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: 1-382.
- Seijo, J. C., M. J. Solís-Ramírez y 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.
- Seijo, J. C., M. J. Solís-Ramírez & P. Arceo. 1989. Monte Carlo analysis of fecundity parameters in Tropical Demersal Fisheries. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida & CRIP Yucalpetén, INP (inédito).
- SEMARNAP. 1996. Anuario Estadístico de Pesca 1995. México.
- Sissenwine, M. P. & Shepherd J. G. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 913-918.
- 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 pp.
- Solís-Ramírez, M. J. 1974a. Perspectivas favorables. La captura de pulpo en Yucatán. Diario de Yucatán. Miércoles 24 de julio de 1974.
- Solís-Ramírez, M. J. 1974b. La pesquería de pulpo en Yucatán. Su situación en la presente temporada. Diario de Yucatán. Sábado 2 de noviembre de 1974.
- Solís-Ramírez, M. J. 1974c. La captura de pulpo en Yucatán. Temporada 1974. Diario de Yucatán. Sábado 21 de diciembre de 1974.

- 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-Ramírez, M. J. 1988. El recurso pulpo del Golfo de México y el Caribe. En: Los Recursos Pesqueros del País. XXV Aniv. del INP: 463-478.
- Solís-Ramírez, M. J. 1991a. Octopus fisheries in the Mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In: Roper, C.F.E., Sweeney, M. & Vecxhione M. Gilbert L. Voss Memorial Issue. Bull. Mar. Sci. 49 (1-2): 667-668.
- Solís-Ramírez, M. J. 1991b. El Pulpo. Panorama pesquero 4 (4-5): 22-27.
- Solís-Ramírez, M. J. 1992. Importancia de la pesquería de pulpo en el Golfo de México y Caribe Mexicano. Gulf and Caribbean Fish. Inst. 48TH Annual Meeting. Mérida, Yuc., México. (resumen).
- Solís-Ramírez, M. J. 1994. La pesquería del pulpo del Golfo de México y Caribe Mexicano. En: García del Real, S. (ed.) Atlas Pesquero y Pesquerías Relevantes de México. C.D. Multimedia. Secretaría de Pesca, INP. CENEDIC. Univ. de Colima, México.
- Solís-Ramírez, M. J. 1997. The *Octopus maya* fishery of the Yucatan Peninsula. En: Lang, Hochberg & Ambrose (eds.): The Fishery and Market Potential of Octopus in California, CMSC:1-10.
- Solís-Ramírez, M. J. & E. A. Chávez. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca del pulpo de la península de Yucatán. Anal. Inst. Cienc. Mar y Limnol. 13 (3): 1-18.
- Solís-Ramírez, M. J. & F. Arreguín-Sánchez. 1984. Bioeconomic analysis of the octopus fishery from the Campeche Bank. Proc. IX MEXUS-Gulf Sessions (inédito).
- Solís-Ramírez, M. J. y G. Morales. 1985. Informe de actividades de pulpo. Memorias MEXUS-Golfo X, Houston, Texas. pp. 43-47.
- Solís-Ramírez, M. J. & G. Morales. 1986. A supplementary report molluscs. Proc. Meeting MEXUS-Gulf XI. Mérida, Yuc., México. pp. 22-25.
- Solís-Ramírez, M. J., J. C. Espinoza y F. Ramírez. 1996. Pesca exploratoria y experimental de pulpo con trampas japonesas

en la plataforma continental de Yucatán. II Symposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B.C.S. (en revisión).

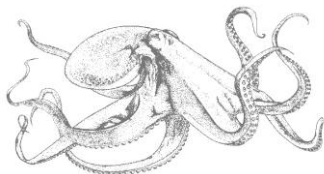
Van Heukelem, W. F. 1976. Growth, bioenergetics and life-span of *Octopus cyanea* and *O. maya*. Tesis de Doctorado. Univ. Hawaii, Honolulu; Hawaii, E.U.A.

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. 1987. Problemas biológicos de la pesca de los cefalópodos. En: M. J. Solís, (ed.). Mem. Simposio sobre "Investigaciones de pulpos y calamares", Yucalpetén, Yuc. CRIP Yucalpetén, INP, SEPESCA. México. pp. 47-55.

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.

Walters, C. & D. Ludwig. 1994. Calculation of Bayes posterior probability distributions for key population parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51 (3): 713-722.



caribe
espinosa

pinta

langosta

espinosa

espinosa

langosta
espinosa

verde

langosta

langosta

roja

caribe

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN EL CARIBE

ESPECIE: Langosta espinosa (*Panulirus argus*).

- Es la especie de langosta espinosa mas capturada a nivel mundial.
- Las áreas tradicionales de pesca se encuentran completamente aprovechadas, mientras que otras aún presentan potencial.
- La especie se distribuye en todo el Caribe, por lo que su dinámica se debe analizar desde el punto de vista de metapoblaciones.
- Las larvas migran a través de las aguas territoriales de varios países del Caribe.
- En los últimos dos años esta pesquería ha generado poco más de 8 millones de dólares.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 844 toneladas: 79% con respecto al máximo histórico (1988).

TIPOS DE MODELOS PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Dinámico de biomasa de Fox.
- Estructurado por edades.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- Aprovechada al máximo permisible.

MEDIDAS DE MANEJO

- Control del esfuerzo por número de concesiones, veda temporal, talla mínima y prohibición de captura de hembras ovígeras (NOM-006-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Mantener al stock reproductor y el reclutamiento a la pesquería en niveles cercanos a la máxima productividad.

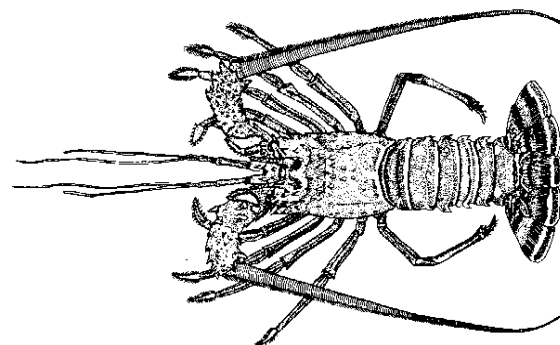
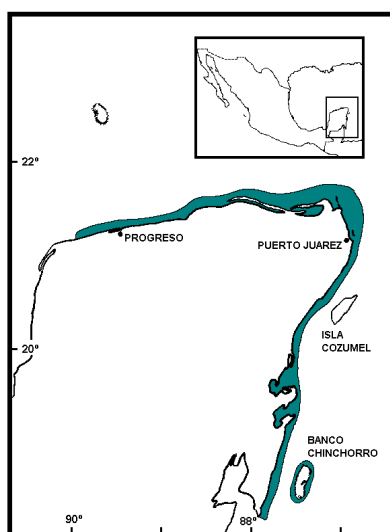
LANGOSTA DEL CARIBE

Panulirus argus

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

México ocupa el octavo lugar como productor de langosta espinosa a escala mundial y es considerado el décimo-séptimo lugar en la captura mundial de langostas (SEPESCA, 1989). En el ámbito nacional el desarrollo de las pesquerías no ha sido homogéneo y actualmente la captura de la península de Yucatán corresponde aproximadamente al 50% de la producción. En Quintana Roó también se lleva a cabo esta pesquería.



En la península de Yucatán, la producción promedio en el periodo 1982-1995 se reportó en 1,062.27 t, cantidad que generó cerca de los 8.3 millones de dólares anuales en los últimos dos años y que de acuerdo con la SEMARNAP (1994) este recurso ocupó a escala nacional el cuarto lugar entre los crustáceos que generaron divisas del extranjero, después del camarón, el langostino y la jaiba.

La producción de langosta espinosa ubica a México en el octavo lugar a nivel mundial, siendo la captura de la Península de Yucatán la que aporta cerca del 50% de la producción.

En el Golfo de México y Caribe se han registrado tres especies de langostas espinosas: *Panulirus argus*

(Latreille, 1804) la langosta del Caribe; *P. guttatus* (Latreille, 1804) la langosta pinta y en algunas ocasiones individuos de *P. laevicauda* (Latreille, 1804) la langosta verde (González-Cano, CRIP Puerto Morelos, observación personal). La primera de estas especies contribuye con casi el 100% de la producción. Además de estas especies se encuentra *Scyllaride nodifers*, la langosta zapatera que, además de no ser considerada como langosta espinosa, se captura principalmente para consumo local.



Desarrollo de la pesquería en Quintana Roó

La pesquería de Quintana Roó presenta cuatro etapas en su desarrollo:

- En la primera (1955-1970) se inicia el desarrollo de la pesquería. Las capturas fluctuaron en un rango de 9.6 t a 387.5 t/año (peso vivo). Esta etapa se caracteriza por ser poco tecnificada.
- La segunda etapa (1970-1982) es de rápido desarrollo. Se introducen las trampas tipo antillano y las capturas se incrementaron en el rango de 423.93 t a 750.58 t (peso vivo).
- Durante la tercera etapa (1982-1988) se consolida el desarrollo de la pesquería. Se introducen las técnicas de buceo autónomo (SCUBA) y *hookah*. En este periodo se obtiene las mayores capturas 1,051 t en 1986 y 1,040 t en 1988.

- La cuarta etapa (1989-presente) se considera de recuperación, por el efecto del huracán *Gilberto* (septiembre de 1988) en la dinámica del recurso, en los fondos de las áreas de cría y de captura.

Considerando un periodo más reciente (1985-1996) la producción promedio registrada fue de 485 t (peso vivo) y como el 94% de la captura promedio de Quintana Roó.



Desarrollo de la pesquería en Yucatán

La captura de langosta en Yucatán se llevó a cabo inicialmente en el Arrecife Alacranes en los años cincuenta. Aunque la producción no era importante, se comercializaba localmente en Mérida (Cervera *et al.* 1996).



Sin embargo, es a partir de los años setenta, cuando se inicia el desarrollo de la pesquería con la influencia de los pescadores del norte de Quintana Roó. La captura comenzó en la zona oriente y la actividad se fue desplazando hacia el poniente, desde Dzilam de Bravo y Progreso, hasta Sisal y Celestún. Al inicio la explotación la realizaron los pescadores de Quintana Roó dentro de aguas de Yucatán, para posteriormente ser

desplazados por pescadores organizados de Yucatán establecidos en estas áreas. Evento que se repitió en la zona poniente, pero esta vez con pescadores del propio estado.

La *figura 1* muestra que la producción aumentó hasta un máximo de 549 t en 1987 para descender y aumentar en el periodo 1992-1996 hasta alcanzar una producción de 676.5 t en 1995.

En el periodo 1984-1995 las capturas promedio fueron de 406.1 t. La captura de 1996 muestra nuevamente un descenso a 395 t (peso vivo), equivalente a 58.4% con respecto a la máxima en 1995 de 676.5 t y 1.0% con respecto al valor promedio.

La pesca frente a Yucatán es multi-específica y se captura langosta conjuntamente con otras especies como: mero, abadejo, boquinete, cabrilla, pargo mulato y pulpo. Los peces y el pulpo tienen menor precio que la langosta, sin embargo los volúmenes capturados son mucho mayores.



En la *tabla 1* se presenta el número reportado hasta junio de 1997 de

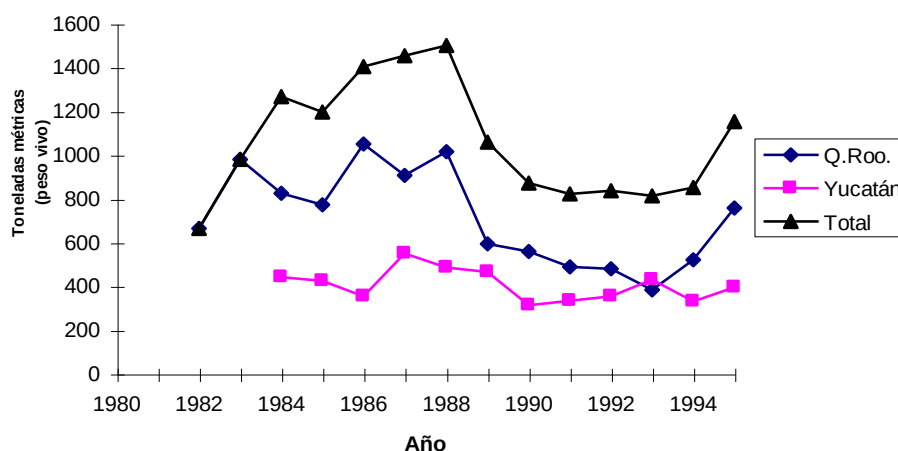


Fig. 1. Capturas de langosta espinosa en la Península de Yucatán y por estado: Yucatán y Quintana Roó, periodo 1982-1995.

La captura en peso vivo registrada en 1996, fue de 395 t, lo cual equivale al 58.4% de la captura máxima registrada en 1995 (676.5 t).

Federaciones, Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, socios cooperativados y número de embarcaciones que pescan langosta se a lo largo de la península de Yucatán.

Cabe aclarar que el número aumenta a casi 4,980 si se considera que por cada socio cooperativado existen dos asistentes que intervienen y apoyan en las labores de la captura.



En este documento se presenta exclusivamente el conocimiento actual de la especie *Panulirus argus* en la península de Yucatán, por ser ésta la especie principal de langosta en la captura. Además, se presentan las características más relevantes de las estrategias de su administración y de su regulación. Esto se hace con el objeto de que la información sirva de referencia en la definición de los lineamientos y estrategias para el manejo y futuro desarrollo de la investigación sobre este recurso en México.

Algunos individuos de gran tamaño y con una edad mayor a los 25 años, habitan en profundidades inaccesibles y se estima que llegan a medir hasta 51 cm de longitud total con un peso aproximado de 3.5 kg .

Se han estimado mortalidades naturales (*M*) que van de 0.1 hasta 0.35, comparable esta última a la que se maneja en la región del Caribe para la misma especie.

Al igual que el resto de langostas espinosas, esta especie presenta un ciclo de vida muy complejo, que incluye una fase larvaria planctónica con 11 estadios durante un periodo

Tabla 1. Información sobre la organización de la pesquería de langosta en la península de Yucatán.

Estado	Federaciones	Cooperativas	Socios	Embarcaciones
Yucatán	2	15	936	419 menores * 14 mayores (104 alijos)
Quintana Roó	1	18	724	530 menores *
Total	3	33	1660	949 menores 14 mayores

* La mayoría IMEMSA de fibra de vidrio.

BIOLOGÍA

La langosta del Caribe (*P. argus*) es una especie longeva.

de 6 a 9 meses. En su última fase larvaria se convierte en postlarva y se asienta en aguas someras en áreas de crianza iniciando así la fase bentónica. En estos sitios permanece

aproximadamente dos años (Lozano *et al.*, 1991; González-Cano, 1991b) y posteriormente se dirige hacia aguas más profundas.

Las langostas presentan dimorfismo sexual que puede ser diferenciado externamente.

De acuerdo con Chapa (1964) la época reproductiva de cualquier langosta espinosa puede dividirse en tres etapas:

Apareamiento, en la cual el macho adhiere a la hembra un saco espermático en la región inferior del cefalotórax. La hembra que carga el espermatóforo es reconocida por los pescadores como hembra "parchada".

Fecundación, al madurar las gónadas internas, la hembra rasga el parche y libera los huevos para ser fecundados y para que se adhieran a los filamentos en la sección abdominal.

Desove, al madurar la masa de huevecillos (periodo durante el cual la masa cambia de color de naranja brillante a café oscuro) el primer estadio larvario eclosiona.



Los resultados obtenidos en la costa noreste de Quintana Roó, (González-Cano, 1991b) muestran que el periodo reproductivo es estacional, comienza a mediados de febrero y alcanza un máximo en mayo (hasta 70% de hembras grávidas) y finaliza generalmente, a principios de agosto. En algunas temporadas se ha obser-

vado la presencia de un segundo pico reproductivo en septiembre (González-Cano y Aguilar, 1987).



La talla al 50% de hembras ovígeras se reporta en 175 mm de Longitud Abdominal (LA) y la talla más pequeña de una hembra ovígera se registró en 133 mm de LA. Sin embargo, se considera que un mejor estimador de la talla mínima de primera madurez, lo constituye la talla promedio mensual de las hembras ovígeras más pequeñas en el intervalo $142.2 < 151 < 159.8$ mm de LA. La posibilidad de que una hembra desove hasta dos veces al año en esta región está siendo estudiada. La proporción anual de sexos es 1:1, pero varía a lo largo del año dependiendo del ciclo reproductor y de las tallas o edades que se estén considerando (González-Cano, 1991 b). Por otra parte, la fecundidad fue estudiada por Ramírez (1996) encontrando en su estudio, un rango de 280,400 a 1,308,200 huevecillos con un promedio de 592,257 para hembras de 75 a 145 mm de Longitud Cefalotorácica (LC).



De acuerdo con González-Cano (1991b) *P. argus* migra durante casi todo su ciclo de vida y, por tanto, debe considerarse como una parte integral de su estrategia de vida. No obstante, la principal migración tiene lugar durante la etapa larvaria y es

muy probable que esto ocurra entre distintos países de la región del Caribe. Una vez asentada la post-larva ésta crecerá y realizará movimientos migratorios en el gradiente latitudinal y de profundidad. En la península de Yucatán se reportan migraciones de juveniles y de adultos por separado mezclándose en algunas de las áreas en su recorrido.

Durante las migraciones que realizan en la península de Yucatán, juveniles y adultos de langosta son capturados en grandes cantidades.

Este patrón es bien conocido por los pescadores en la parte norte de Quintana Roó, debido a las grandes capturas que se obtienen durante los movimientos denominados por ellos como "recalón". Fuentes (1986a) describe este patrón por primera vez y posteriormente González-Cano (1991b) lleva a cabo un estudio de los movimientos de las tallas modales. Este movimiento generalmente ocurre primero frente al estado de Yucatán y posteriormente se dirige hacia el este, al norte de Quintana Roó frente a Holbox y hacia el sur en aguas someras que rodean a Isla Contoy, así como en la parte del cantil frente a esta isla e Isla Mujeres.

En Bahía de la Ascensión existen migraciones de juveniles hacia mar abierto (Lozano *et al.*, 1991). A pesar de los resultados obtenidos en esta área de distribución para esta espe-

cie, aún falta mucho por estudiar sobre las migraciones que realiza.

La captura de juveniles en áreas de crianza solamente y de juveniles y adultos en otros sitios, implica que en la península se capturan stocks distintos de *P. argus*. Lo anterior se refleja en las tallas grandes de los individuos en la zona noreste y sur de Quintana Roó y tallas pequeñas en las bahías de la zona centro de Quintana Roó así como tallas medianas en Yucatán, norte y noreste de Quintana Roó.

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones, equipos y artes de pesca

Se captura en áreas de crianza (por ejemplo, bahías en la zona centro de Quintana Roó) y en mar abierto, en aguas someras y profundas (hasta 45 m). La pesca es ribereña y normalmente se lleva a cabo durante el día. Actualmente se utilizan embarcaciones que no rebasan los 10 m de eslora y motores de fuera de borda de hasta 75 CF.

La captura se realiza utilizando diferentes técnicas, artes e implementos, principalmente en Quintana Roó.

En Yucatán la mayor parte de las capturas se obtienen utilizando la compresora y el gancho. Sin embargo, recientemente se está experimentado con pesqueros "levables"

para agregar langostas y facilitar su captura.



En Quintana Roó se utiliza la compresora en el norte; en el noreste el buceo autónomo, compresora, trampas ahogadas, redes y casitas; en la zona centro se emplean las casitas y en la zona sur el buceo libre y existe un proyecto para introducir casitas en Banco Chinchorro.

Como se muestra en la *tabla 2*, desde que se comenzó a utilizar el buceo en Isla Mujeres, las capturas empleando trampas no han rebasado el 25% de la producción total de la zona; mientras que el resto de la producción se obtiene principalmente con SCUBA y compresora, cuyo porcentaje de contribución ha ido variando dependiendo de la distribución de langosta en el gradiente de profundidad.

Con el reciente desarrollo del mercado de langosta viva, en algunas de las áreas se ha sustituido el gancho por el chinchorro y el jamo. En la zona noreste la pesca con trampas se realiza en forma diferente al periodo 1970-1988. Actualmente las trampas son colocadas sin boyas para su señalamiento y para su búsqueda se utiliza el Loran y GPS.



Con propósitos de comparación y por la diferencia de técnicas y artes de captura, así como de las características ambientales, las áreas de captura se han dividido en tres zonas en Quintana Roó:

Zona norte abarca de Isla Holbox a Puerto Morelos.

Zona centro de Puerto Morelos a Punta Herrero.

Zona sur desde Punta Herrero hasta la frontera con Belice.



De acuerdo con las estadísticas de las últimas seis temporadas, la producción en la zona norte corresponde al 67%, la centro al 19% y la sur al 14% de la producción total del estado. Con tanta diversidad de técnicas y artes complementarias existe consenso en que es difícil tener una sola unidad de esfuerzo.

Tabla 2. Porcentajes de producción por técnica en los caladeros de Isla Mujeres en el periodo 1982-1988.

<i>Temporada</i>	<i>Trampas %</i>	<i>SCUBA %</i>	<i>Compresora %</i>
1982-83	13.0	87.0	
1983-84	14.9	85.1	
1984-85	19.8	44.2	36.0
1985-86	25.2	20.9	53.9
1986-87	19.3	50.9	29.8
1987-88	18.4	38.2	43.4

En el caso de Yucatán sólo se usa la compresora y el buzo se ve ayudado por el empleo del gancho y de las casitas para agregar y capturar los individuos. No obstante la pesquería es multiespecífica (Cabrera y Defeo, 1995) y por consiguiente, el esfuerzo no está dirigido a una sola especie en particular, aún cuando el objetivo inicial de cada jornada sea éste. Esto impide determinar la cantidad de esfuerzo pesquero efectivo por especie, debido a que el tiempo de búsqueda y manipulación de la captura es diferente en cada caso y, por tanto, la cuantificación del mismo difiere de una simple proporción.

En Quintana Roó y en Yucatán la producción fue de 714.2 t y 406.1 t respectivamente. La *figura 1* muestra las capturas totales de langosta en toda la península y para los estados de Yucatán y Quintana Roó por separado.

La captura promedio en peso vivo registrada en Yucatán en el periodo 1982-1995 fue de 406.1 t y 714.2 t en Quintana Roó, haciendo un total de 1,120.27 t en la península.

τ **Tendencia histórica**

La captura promedio (peso vivo) reportada para toda la península en el periodo 1982-1995 fue de 1,120.27 t. Sin embargo, durante los últimos años se ha capturado menos de este promedio. En 1996 se obtuvo un total de 755 toneladas, mientras que en noviembre de 1997 era de 670 toneladas.

Se observa que en Quintana Roó las capturas habían alcanzado un comportamiento estable y la etapa de desarrollo hasta 1988. Con el efecto del huracán *Gilberto* en este último año, las capturas descendieron. En Yucatán el efecto fue menor y la producción ha mantenido el mismo comportamiento. Se considera que la pesquería todavía se encuentra en la etapa de desarrollo y es posible que la producción vaya en aumento.

El esfuerzo en la península también ha aumentado, particularmente en Quintana Roó. En el caso particular de este estado, después del huracán *Gilberto* en 1988 el esfuerzo descendió, pero en los últimos cuatro años ha aumentado nuevamente.

τ Pesca incidental

En la mayoría de las áreas de Quintana Roó las técnicas y artes empleadas son selectivas de *P. argus*.



Existe sin embargo, captura incidental de cangrejos y peces en las redes. En las trampas y algunas veces con el gancho se capturan peces como el mero (*Epinephelus morio*), boquinete (*Lachnolaimus maximus*), cabrilla (*Serranus cabrilla*), pargo colorado (*Lutjanus colorado*) y en las casitas se llegan a capturar langostas zapateras.

En Yucatán, como se mencionó anteriormente, la situación es distinta. En esta área la captura de pulpo, mero, boquinete y langosta constituyen el 97% de la producción del cual, a su vez, la langosta contribuye con el 11%. Sin embargo, y a pesar de lo reducido de su volumen, su captura llega a ser el 53% de las ganancias generadas por la pesca. El 3% restante de la producción agrupa a otras especies que se capturan.



En Yucatán no hay descarte en la pesquería de langosta, es decir la captura es selectiva.

A pesar de que la captura de la langosta es el 11% de la producción total de Yucatán, ésta constituye el 53% de las ganancias generadas por la pesca.

τ Interacción con otras pesquerías

Existe una especie de pesca secuencial, ya que se captura dentro de áreas de crianza, como es el caso de las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo en Q. Roó y por otra parte, a lo largo de la costa de gran parte de la península, la captura se realiza fuera de las áreas de crianza.

En las bahías, la captura de juveniles se debe principalmente a que en estas áreas se tiene acceso a la langosta sólo en esta etapa, una vez que logran llegar a mar abierto se pierde el acceso a estos individuos. El aspecto secuencial se da por las características del recurso, además del aspecto multiespecífico de la flota en algunas de las áreas de captura.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

En toda la península las instalaciones procesan una gran variedad de especies comerciales y no sólo langosta. En Yucatán ninguna de las 15 cooperativas cuenta con planta procesadora propia. En Quintana Roó sólo la Cooperativa Patria y Progreso cuenta con una.

En la mayoría de los casos las cooperativas poseen cuartos fríos o neveras portátiles de diferente capacidad que utilizan hasta que el producto se transporta a las plantas donde se procesa. En Yucatán la mayor parte de la producción es captada por los empresarios que tienen plantas congeladoras instaladas en el puerto de abrigo de Yucalpetén, Progreso o Mérida.

En Quintana Roó existen siete plantas procesadoras para la exportación del producto. En la mayoría de los casos la langosta es transportada a los centros de recepción y de ahí se vende directamente al consumidor (hoteles y restaurantes) o a los intermediarios para su procesamiento y exportación.



τ Indicadores económicos

De acuerdo con la *tabla 1*, este recurso genera en la península de Yucatán un total aproximado de 4,980 empleos directos y un número, aún no cuantificado, de empleos indirectos en la cadena procesadora y comercializadora de este producto.

Por otra parte, a lo largo de la península y hasta 1995, la langosta se comercializaba como cola de langosta congelada. La mayor parte de la producción se exportaba, pero actualmente existe gran demanda en Cancún, Mérida y Ciudad de México. A partir de este último año, en algunas áreas de captura de Quintana Roó, la presión por buscar nuevas técnicas de captura y alternativas de comercialización aceleró el proceso para manejar y vender el producto como langosta viva en el mercado asiático, alcanzando con ellos precios más altos.

Hasta 1995, la langosta se comercializaba como cola de langosta congelada en toda la península de Yucatán, actualmente en algunas partes de Q. Roó se comercializa la langosta viva alcanzando precios elevados.

Este proceso que comenzó en la zona centro de Quintana Roó. se ha extendido hacia la zona noreste frente a Isla Mujeres y en la Bahía del Espíritu Santo. En Yucatán la comercialización de langosta viva aún no se ha desarrollado.



Más del 39% de la producción pesquera total de México se exportó

en 1993 (aproximadamente 800 t con un valor de 12 millones de dólares). Sin embargo, porcentajes mayores de exportación fueron registrados en 1989 y 1990 por 53.2% y 55.9%, respectivamente (Smith, 1995). Los principales mercados a los que se exporta son: Estados Unidos, Japón y volúmenes menores a Francia y España.

Los mayores niveles de exportación se registraron en 1989 y 1990. Los principales países a los que se exporta son Estados Unidos, Japón; así como Francia y España a menor escala.

En el mercado internacional el precio de la langosta fluctúa entre los 18.00 y 22.00 USD el kg de cola. En Yucatán, en la temporada 1996-1997 alcanzó los 26.00 USD el kg de cola. En Quintana Roó, los precios están sujetos al mercado de exportación y al consumo local, principalmente en Cancún. A finales de la temporada 1996-97 la langosta se pagó (precio de playa) entre 19.62 y 22.85 USD el kg de cola congelada y entre 10.00 y 11.00 USD el kilogramo de langosta viva.

De acuerdo con Smith (1995) se ha estimado que existe un consumo *per capita* a nivel nacional de 11.13 g en 1989 y 20.33 g en 1991. Además, la langosta se distribuye en el mercado del consumidor mexicano como cocida-entera-congelada en un 67%, co-

mo colas frescas congeladas (28%) y como pulpa de langosta (5%).

Por tratarse de un alimento de alto valor, sólo es adquirido y consumido en forma regular por la clases media alta y por la de alto nivel de adquisición.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La Norma Oficial **Mexicana NOM-006-PESC-1993** contiene los apartados para el manejo y regulación de la pesca de langosta en el Golfo de México y la península de Yucatán. De acuerdo con esta norma existen tres medidas de regulación. Dos actúan en forma indirecta para controlar el esfuerzo: la talla mínima legal y la prohibición de capturar hembras ovígeras y una medida que actúa en forma directa, la veda.



La veda tiene una duración de cuatro meses del 1 de marzo al 30 de junio. La talla mínima de captura a partir de julio de 1997 es de 135 mm de Longitud Abdominal (LA), equivalente a 75 mm de Longitud Cefalotorácica (LC) y 224 mm de Longitud Total (LT) para las bahías de la Ascensión y

Espíritu Santo en la zona centro de Quintana Roó, y de 145 mm LA equivalente a 80.1 mm de LC y 241 mm de LT para el resto de las áreas de captura. Mientras que la prohibición de capturar hembras ovígeras se debe cumplir en toda la península.

Desde sus inicios hasta la fecha, la pesquería de langosta se ha manejado controlando el esfuerzo. En ningún momento se han utilizado cuotas. Hasta 1992 la langosta era una especie reservada y únicamente podía ser explotada por pescadores cooperativados (Decreto Presidencial 09/09/1936).

A partir de 1992, la langosta pasó de la categoría de especie reservada para cooperativas a explotación permitida a través de concesiones.



Al modificarse la Ley de Pesca en julio de 1992, se derogó esta exclusividad y el recurso puede ser explotado a través de concesiones. De las 26 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, 15 cuentan con su respectiva concesión y sus áreas de operación han sido delimitadas.

Algunas de las cooperativas, a pesar de contar con la concesión y una

área de operación definida, han preferido continuar trabajando en forma mancomunada en las áreas que usualmente venían explotando (por ejemplo: norte, noreste, Bahía del Espíritu Santo y Banco Chinchorro). Esto se debe principalmente al carácter migratorio de esta especie y lo limitado de las áreas.



Debido a que este recurso se distribuye en la mayor parte de los países de la región del Caribe, se han establecido convenios bilaterales con Cuba y Jamaica y, actualmente con el apoyo de instituciones como FAO/DANIDA y CFRAMP, se están realizando estudios para analizar el efecto global de las distintas medidas de regulación en un recurso comparativo.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

La información relacionada con las especies de langosta en Yucatán y



Tabla 3. Parámetros a disposición.

CRIP/Estado	Especie	Sexo	Captura y Esfuerzo	Biomasa	Crecimiento	Mortalidad
			Captura esfuerzo		L_{∞} (mm) t_0 K	M F q
Yucalpetén	<i>P. argus</i>	machos	Si Si	No		
Yucatán		hembras	Si Si	No		
		ambos	Si Si	Si		
Puerto Morelos	<i>P. argus</i>	machos	1982 - presente (2)	No	310 0.26 0.41	0.075-0.1 0.425 0.575
Quintana Roó.		hembras	1982 - presente (2)	No	290 0.22 0.86	0.05-0.1 0.30 0.40
		ambos	1982 - presente (2)	No		
	<i>P. guttatus</i>		No No	No		

CRIP/Estado	Especie	Sexo	Longitud-Peso	Madurez	Fecundidad	Selectividad
			a b		a b	L50
Yucalpetén	<i>P. argus</i>	machos				
Yucatán		hembras				
		ambos				
Puerto Morelos	<i>P. argus</i>	machos	0.031236 3.18764	130 mm LA		180 mm LA
Quintana Roó.		hembras	0.0448a1 3.02943	135 mm LA	1.693 1.744 (1)	175 mm LA
		ambos				
	<i>P. guttatus</i>					

Quintana Roó, con la que se dispone se presenta en la *tabla 3*.

Modelo

Debido a que la pesca de langosta se ha desarrollado en forma distinta en Yucatán y Quintana Roó, la evaluación de este recurso se presenta en forma separada.

Yucatán

Se emplearon varios modelos:

Estimación del tamaño de la población de langosta en la costa oriente de Yucatán, utilizando un modelo de decaimiento (MDCO) (Zetina y Ríos, 1997).



Modelo MDCO

Para estimar la biomasa al inicio de la temporada se simuló el comportamiento de las capturas diarias de las embarcaciones (CPUE) durante los primeros 30 días de cada temporada de los años 1989-1995. Se usaron modelos de captura, de decaimiento de la población y se utilizó una función de máxima verosimilitud.

Para cada año se hicieron 50,000 corridas incluyendo incertidumbre en: a) el tiempo de buceo o de pesca, b) el área recorrida c) la probabilidad de encuentro de un ejemplar de langosta en el área recorrida d) el peso medio de los individuos f) el número de embarcaciones que salieron a pescar.

En el caso de la captura se tiene:

$$C_t = q_t N_t f_t$$

donde:

C_t = captura al tiempo t (t = día)

N_t = número de individuos al tiempo t (t = día)

q = coeficiente de capturabilidad al tiempo t (t = día)

f_t = esfuerzo de pesca en número de embarcaciones que salieron a pescar el día t (entre 1 y 750 embarcaciones)

$$q_t = \mu \left(\frac{arN_t}{A^2} \right)$$

donde:

μ = probabilidad de que si se encuentra a un individuo este sea capturado.

ar = área recorrida en un día = área recorrida en una hora de pesca (1 a 3.6 Has) por tiempo de pesca (2 a 6 horas).

A = área de pesca del oriente del estado de Yucatán = 688,960 Ha.

Para la evolución de la población:

$$N_{t+1} = N_t - C_t$$

$$B_0 = N_0 pm$$

donde:

B_0 = biomasa al inicio de la temporada

pm = peso medio de las langostas al inicio de temporada = 100 g a 600 g

Tabla 4. Valores de B_0 y densidad por temporada (1989-1995).

Año	B_0 (kg)	Densidad (N/Ha)
89	1,079,919	6
90	1,569,433	9
91	1,759,945	10
92	1,502,583	9
93	1,746,544	10
94	1,221,221	7
95	1,914,603	11

La estimación se hizo con la siguiente función de verosimilitud:

$$L(B_0, q, \mu / \theta) = \prod \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(CPUE_0 - CPUE_c)^2}{2\sigma^2}} \right)$$

Resultados MCDO

La *tabla 4* presenta un resumen de las estimaciones de biomasa y del número de langostas por Ha.

- Estimación del tamaño de la población de langosta espinosa *Panulirus argus* en las costas de Yucatán mediante un Modelo de Rendimiento Excedente (MRE) (Zetina y Ríos, 1997).

Modelo MDB

En este caso se considera como hipótesis que la forma como se comporta la biomasa de la población de

langosta en las costas de Yucatán está representada por el Modelo Dinámico de Biomasa (MDB) en tiempos discretos de Punt y Hilborn (1996):

$$B_{y+1} = B_y + g(B_y) - C_y$$

donde:

B_y = biomasa en el año y

C_y = captura el año y

$g(B_y)$ = función de crecimiento poblacional que toma la forma

$$rB_y \left(1 - \frac{B_y}{K} \right)$$

r = tasa intrínseca de crecimiento poblacional

K = capacidad de carga del medio

La estimación de los parámetros r y K se hizo utilizando una serie de capturas de langosta en kg de cola reportada desde 1976 a 1996. Como índice de densidad se usó la CPUE (lyc) del primer mes de las temporadas de pesca 1989 a 1996, de las

embarcaciones del oriente del estado de Yucatán, obtenidas de bitácoras en las que se registra la captura diaria. En el proceso de estimación se supuso que la población un año antes al inicio de la serie de captura era una proporción de la capacidad de carga, es decir $B_i = pK$; por otra parte, la CPUE se modeló como $lyc = qBy$ donde ly es la CPUE tomado como un índice de abundancia, q es una constante de proporcionalidad entre la biomasa y CPUE y, B es la biomasa al tiempo y . En este caso también se empleó una función de máxima verosimilitud:

$$L(k, q, r / \theta) = \prod \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(I_{y0} - I_{yc})^2}{2\sigma^2}} \right)$$

Para reconstruir la historia de las capturas y obtener las predicciones de la biomasa de langosta en las costas de Yucatán, se asumió que la

ello se reprodujo una población desde el año 1900 hasta el 2020. Se utilizaron las capturas observadas desde 1976 y se aproximaron hacia atrás las capturas desde 1940 hasta 1975 siguiendo la tendencia observada.

El área concesionada actualmente para la captura de langosta es de aproximadamente 2,952,983 Ha; además, se hipotetizaron capacidades de carga definidas por densidades de 1, 3, 5, 7, 9 y 11 individuos/Ha con un peso medio individual de 0.250 kg de cola, que corresponden a las siguientes biomásas: 738,245; 2,214,737; 3,691,228; 5,167,720; 6,644,211 y 8,120,703 kg. Para cada valor de K se utilizaron valores de r de 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25 y 1.5 asumiendo que en el primer año de la simulación la biomasa poblacional se encontraba al 60% de la capacidad de carga.

Tabla 5. Estimaciones de K , r , q y p , rendimiento máximo sostenido y estimación de la densidad de langostas por Ha.

Parámetro	Estimación
Capacidad de carga (K)	4,810,745 (kg)
Tasa de crecimiento poblacional (r)	0.41142543
Coeficiente de proporcionalidad entre la Biomasa y el índice de abundancia relativa ly (q)	1.53E-06
Proporción de la Capacidad de carga al inicio de la serie de captura (p)	0.89
Máximo Rendimiento Sostenido (kg)	494,815 (kg)
Área concesionada a la pesca de langosta en Yucatán	2,952,983 Ha
Densidad estimada de langostas	6.5 (Org/Ha)
Peso medio	0.25 (kg)

biomasa poblacional puede modelarse con el modelo logístico. Para

Resultados MDB

Las estimaciones de K , r , q y p se presentan en la *tabla 5*. La estimación de la capacidad de carga (K) es 4'810,745 kg equivalente a 6.5 individuos/Ha en el área concesionada para el aprovechamiento del recurso langosta.

En la *tabla 6* se presentan los datos de captura, la predicción de la biomasa de 1976 a 1995 y los índices de abundancia relativa observada y estimada. La estimación de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r) es de 0.411 y el rendimiento máximo sostenido (RMS) estimado es de 494,815 kg de cola.

Tabla 6. Series de captura, biomasa estimada, índice de abundancia relativa observado y calculado.

AÑO	Captura (kg)	Biomasa (kg)	I_y observado (kg/día de pesca)	I_y calculado (kg/día de pesca)
76	34363	4,475,332		
77	64390	4,569,345		
78	104323	4,599,289		
79	94937	4,578,140		
80	89200	4,574,276		
81	84447	4,577,583		
82	97810	4,584,415		
83	26953	4,575,342		
84	118447	4,640,500		
85	107507	4,589,617		
86	123170	4,568,906		
87	181553	4,540,233		
88	161797	4,463,717		
89	151097	4,434,397	6.55	6.77
90	104181	4,426,026	8.92	6.76
91	111549	4,467,470	6.37	6.82
92	120370	4,487,075	5.13	6.85
93	211035	4,490,911	7.13	6.86
94	169235	4,402,716	6.37	6.72
95	225500	4,387,116	7.34	6.70



De acuerdo con estas estimaciones, en los últimos años la tasa de explo-

tación ($Ft = Ct / Bt$) se ha mantenido entre 0.02 y 0.05.

En la *figura 2* se describe el comportamiento de la biomasa, la captura y los índices de abundancia relativa (observados y estimados).



Modelo MACL

El modelo MACL (Método de Análisis de Cohortes por Longitudes) estima el tamaño de la población de langosta (Ríos y Zetina, 1997).

Se siguió el procedimiento de Análisis de Cohortes de Jones (1984). Se utilizó el número de individuos por clase de talla entre 10 y 31 cm con intervalos de un centímetro (puntos medios de clase 10.5, 11.5, etc.) por temporada de pesca para los años 1987-1995.

En la primera parte del análisis se calculó el número total de individuos en la captura por clase de talla por temporada de pesca. Se siguió el siguiente procedimiento:

1. - Se obtuvo el peso medio de la muestra: $wmm = \text{No. de individuos por clase de talla en la muestra por el peso medio en cada clase.}$
2. - Se calculó la frecuencia relativa: $FR = wmm \text{ en cada clase/peso medio.}$
3. - El peso de la captura: $Cw = FR * C \text{ en la temporada y, por último,}$
4. - Se calculó Ni (número de individuos por clase de talla para esa temporada):
 $Ni = Cw / w \text{ media.}$

Dinámica de la biomasa, población desovante y captura de langosta en las costas de Yucatán.

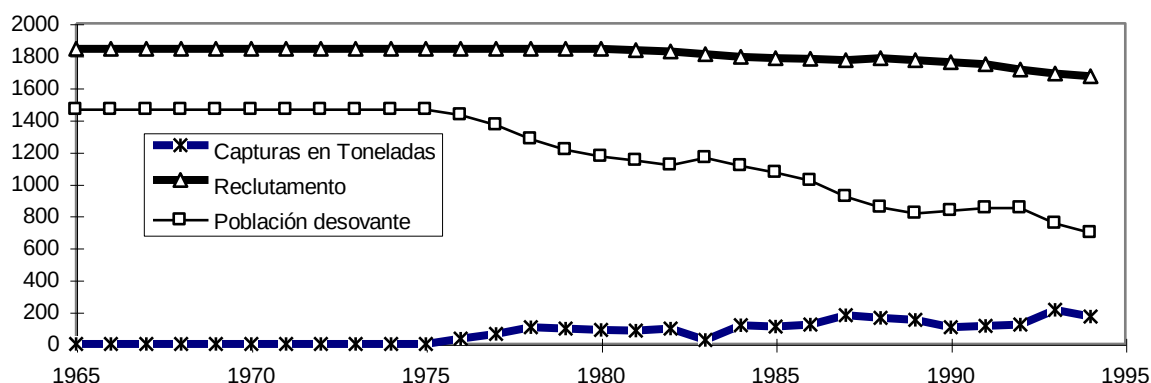


Fig. 2. Comportamiento de Bt , St y Ct en Yucatán (1965-1995).

El peso medio por clase de talla se calculó mediante:

$$P_{medio} = (a Ltb) / 1000$$

donde:

$a = 0.08248$ y $b = 2.7861$. Los parámetros de la relación peso-longitud se obtuvieron de muestras tomadas de la captura comercial por categorías.

Para el Análisis de Cohortes por longitudes se usaron los parámetros a , b definidos con anterioridad, $L_{\infty} = 32$, $K = 0.29$, $t_0 = 0.55$, $M = 0.28$ (González-Cano, 1991a) y $F_t = 0.04$ (Mortalidad por pesca de la talla más grande representada en la muestra) aproximado de los resultados de evaluaciones con otros modelos. Se estimó la biomasa media en el mar durante los últimos nueve años partiendo de un promedio del número de individuos por clase de talla entre 1987 y 1995:

($Ct_{promedio}$ = Captura en número de las temporadas 1987 a 1995 para cada clase de talla).

En estos cálculos de biomasa, mortalidad por pesca promedio (F promedio) y tasa de explotación promedio (F/Z promedio) también se usaron los valores del parámetro K de la ecuación de von Bertalanffy y de la mortalidad natural (M) reportados en la literatura, se usaron los valores mínimos ($K = 0.12$ y $M = 0.12$), máximos

($K = 0.58$ y $M = 0.58$) y el promedio ($K = 0.28$ y $M = 0.39$) de los valores reportados en la literatura. En el caso de K , también se usó el valor medio reportado para experimentos de marcado recaptura ($K = 0.34$). El método de cálculo fue el descrito por Sparre y Venema (1995):

$$Edad\ relativa = t_0 - (1/K) \ln(1 - (L_t - 0.5/L_{\infty}))$$

$$Dt = (1/K) \ln(L_{\infty} - ((L_t - 0.5)/(L_{\infty} - (L_t + 0.5))))$$

$$Factor\ de\ M = e^{(MI \Delta t / 2)}$$

$$N = Ct_{promedio} / (F_t / Z_t)$$

$$N_t = (N_{t+1} * Factor\ M + Ct) Factor\ M$$

$$F/Z = Ct_{promedio} / (N_t - N_{t+1})$$

$$F = MI * F/Z / (1 - (F/Z))$$

$$Z = F + MI$$

$$N_{media} = (N_t - N_{t+1}) / Z$$

$$B_{media} = ((w_{medio} * (N_t - N_{t+1})) / Z)$$

$$Y = Ct * w_m$$

Resultados MACL

La estimación de biomasa fue de 302,044 t, $F_{promedio} = 0.48721$ y $F/Z = 0.510$. Haciendo variaciones a los valores de K y M reportados por Cruz *et al.* (1987) para el Caribe se obtuvieron diferentes estimaciones de biomasa (Tablas 7 y 8). La combinación de $K = 0.34$ obtenida de datos de marcado y recaptura y $M = 0.14$ dan como resultado una biomasa que concuerda con los resultados obtenidos con un Modelo de Rendimiento Excedente.

t = año

S_a = tasa de sobrevivencia en la edad a

v_a = proporción de los individuos de la edad a , vulnerables a la captura

u_t = Tasa de explotación de los animales vulnerables en el año t .

$$B_t = \sum v_a N_{at} w_a$$

donde:

w_a = peso medio de los individuos de edad a

El número de individuos a cada edad

Tabla. 7. Estimaciones de biomasa variando los valores de M y K .

Biomasa (kg)	M			
		0.14	0.39	0.6
	0.12	479,692	144,504	94,107
K	0.28	1,766,191	185,718	110,437
MARCADO	0.34	4,294,247	211,024	118,829
	0.58	407,840,637	460,923	175,632

Modelo MEE

Estimación de la biomasa y tasa de explotación con un modelo de estructura de edades (MEE), según Zetina y Ríos (1997).

Se utilizó el siguiente modelo:

$$N_{a+1,t+1} = S_a(1-v_a u_t) N_{a,t}$$

donde:

a = edad

se puede establecer como:

$$N_a = L_a Re$$

Re = reclutamiento en equilibrio

$L_a = 1$ para la edad 1

$$L_{a+1} = L_a S_a (1-v_a u_t) \quad a > 1$$

Tabla 8. Estimaciones de F y F/Z promedio variando los valores de M y K

F (promedio)	M			
		0.14	0.39	0.6
	0.12	0.299540961	1.07013794	1.71463793
K	0.28	0.080644728	0.81255984	1.42773259
MARCADO	0.34	0.032303895	0.71557087	1.32387996
	0.58	0.000383787	0.33939612	0.91232768
F/Z (promedio)	M			
		0.14	0.39	0.6
	0.12	0.594597841	0.78842338	0.83756489
K	0.28	0.192462769	0.60485711	0.69545412
MARCADO	0.34	0.079570832	0.54293135	0.64942417
	0.58	0.000773111	0.29837623	0.47888072

La biomasa en equilibrio se puede expresar en términos de Re y L_a :

$$Be = \sum v_a N_a w_a = R \sum v_a L_a w_a = R \phi w$$

donde:

ϕ = función incidente obtenida de la suma de los sobrevivientes de cada edad multiplicados por cantidades como v_a y w_a

$\phi w = \sum v_a L_a w_a$ (biomasa vulnerable por recluta)

$\phi Y = u \sum v_a L_a w_a$ (producción por recluta)

$\phi f = \sum f_a L_a$ (huevos por recluta si f_a = fecundidad por edad)

$\phi N = \sum v_a L_a$ (Número de individuos vulnerables por recluta)

Algunas cantidades que se pueden calcular de ϕ y de una biomasa

vulnerable inicial a ser estimada (Be) son:

$w(media) = \phi w / \phi N$ (peso medio del cuerpo de los animales vulnerables)

$Re = Be / \phi w$ (reclutamiento inicial en equilibrio)

$Ce = Re / \phi Y$ (captura en equilibrio)

$Ee = Re \phi f$ (producción de huevos en equilibrio)

Se usaron datos de captura por unidad de esfuerzo promedio ($CPUE_0$) para los años 1988 a 1994 (estimados de registros de captura en boletas, de datos obtenidos durante los muestreos de longitudes) y peso medio individual de los individuos (wm) de 1987 a 1995 (estimados de los muestreos de pesos y tallas de embarcaciones y en planta).

Resultados MEE

La biomasa inicial se estimó en 4'330,401 kg y la mortalidad por pesca en el año 1995 es de 0.06. Otros resultados se presentan en la *tabla 9*.



Método MDCR

Estimación de la biomasa y la mortalidad por pesca de langosta en las costas de Yucatán, utilizando un modelo de diferencia con retraso (Zetina y Ríos, 1997):

Reclutamiento:

$$R_{t+1} = aS_{t-k+1} / (1+abSt_{-k+1}) c$$

$$N_{t+1} = s (1-u_t) N_t + R_{t+1}$$

Los parámetros de crecimiento son α , ρ y wk . Los de reclutamiento son a , b y c

R = Reclutamiento

S = Población desovante

N = número de individuos

B = biomasa

sobrevivientes: $s = (e^{-M})$

biomasa inicial: B_0

$u_t = C_t / B_t$ = tasa de explotación (captura/biomasa)

Se hizo un análisis de la relación de

Tabla 9. Tasa de explotación, biomasa vulnerable, captura observada y captura predicha por el modelo.

Año	Tasa de explotación	Biomasa vulnerable	Captura observada	Captura estimada
1987	0.0499	3,638,071	181553	181553
1988	0.0454	3,562,858	161797	161797
1989	0.0429	3,522,786	151097	151097
1990	0.0297	3,504,713	104181	104181
1991	0.0315	3,535,749	111549	111549
1992	0.0338	3,557,210	120370	120370
1993	0.0592	3,565,164	211035	211035
1994	0.0485	3,489,662	169235	169235
1995	0.0651	3,463,494	225500	225500

Biomasa:

$$B_{t+1} = s (1-u_t) [\alpha N_t + \rho B_t] + wkR_{t+1}$$

Número:

equilibrio con u , para esto se calcularon las siguientes relaciones de equilibrio para cualquier $s_0 = s(1-u_0)$ donde u_0 es una tasa de explotación

inicial (u_0) una opción de manejo de la pesquería:

Peso medio:

$$w = [s_0\alpha + w_k (1 - s_0)] / [1 - \rho s_0]$$

Factor de crecimiento:

$$g_0 = s_0[\alpha / w + \rho]$$

Parámetro b de reclutamiento:

$$b = 1 / (B_0 a) [(aw_k / (1 - g_0))^{1/c} - 1]$$

Biomasa en equilibrio:

$$B_e = 1 / ba [(aw_k (1 - u_0) / (1 - g_0))^{1/c} - 1]$$

Número en equilibrio:

$$N_e = B_e / w$$

Se usaron los parámetros $\alpha = 0.2$, $\rho = 0.87$ y $w_k = 0.08$, α y ρ fueron estimados mediante el gráfico de Ford-Walford y w_k fue seleccionada tomando como criterio las observaciones de las capturas. Se utilizaron valores de $a = 10$ y $b = 0.0001692$ y $c = 1$. Se utilizó un valor de sobrevivencia (s) de 0.6, un valor de $k = 4$. Se modeló la población de 1976 a 1995 y se estimó la biomasa inicial B_0 maximizando la función de verosimilitud:

$$L_T(B_{0,1965}|\theta) = L_1 L_2$$

donde:

$$L_1 = \prod \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(I_{y0} - I_{yc})^2}{2\sigma^2}} \right)$$

$$L_2 = \prod \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(pm_0 - pm_c)^2}{2\sigma^2}} \right)$$

El índice de abundancia (I_y) es en este caso la captura por unidad de esfuerzo obtenida durante el primer mes de la temporada en la costa oriental de Yucatán. Los datos de I_y abarcaron el periodo 1989 a 1995. Por otra parte, pm es el peso medio de los individuos estimado de muestreos en planta y durante el desembarco de la captura, los datos son de 1987 a 1995.

Resultados MDCR

Las relaciones en equilibrio estimadas son: Peso medio $w = 0.32$, factor de crecimiento $g_0 = 0.9$. Biomasa en equilibrio: $B_e = 1,463$ (t) Número en equilibrio: $N_e = 4'600,000$, equilibrio de $R = 1\ 840\ 000$. La estimación de biomasa inicial fue de 1'482,684 t, la estimación de q es de 0.007. La tasa de explotación promedio de los últimos 10 años es de 0.16 aunque en los últimos tres años alcanza valores hasta de 0.27.

En la *figura 2* se presenta la evolución de la biomasa, la población desovante y la captura, por otra parte en la *figura 3* se presentan la tasa de explotación y la evolución del peso medio.

su reducción paulatina).

Quintana Roó

Para analizar la situación en este estado, dos modelos fueron utilizados. Uno global para todo el estado de Quintana Roó y, para la zona noreste, se utilizó el método de Análisis de Cohortes basado en Longitudes de Frecuencias (ACLF) de Jones (1984), a fin de estimar el número promedio de individuos que debió haber en el mar y Ft en cada intervalo de talla. Asimismo, se calculó el efecto simultáneo de cambios en la talla mínima (con selectividad de filo de navaja) y el control del esfuerzo (o

Modelo ACLF

Este análisis es una modificación del Análisis de Cohortes de Pope para hacer uso de la captura, dada una longitud en lugar de una edad. Se asume que las diferencias en la longitud están relacionadas con el tiempo. Además, se asumen condiciones de equilibrio y que la población es cerrada. Los parámetros y datos que se utilizaron son: capturas por intervalo de talla, L_{∞} , M/K y F/Z para el intervalo de talla más grande.

La ecuación básica se generaliza de tal forma que el tiempo deja de ser una constante:

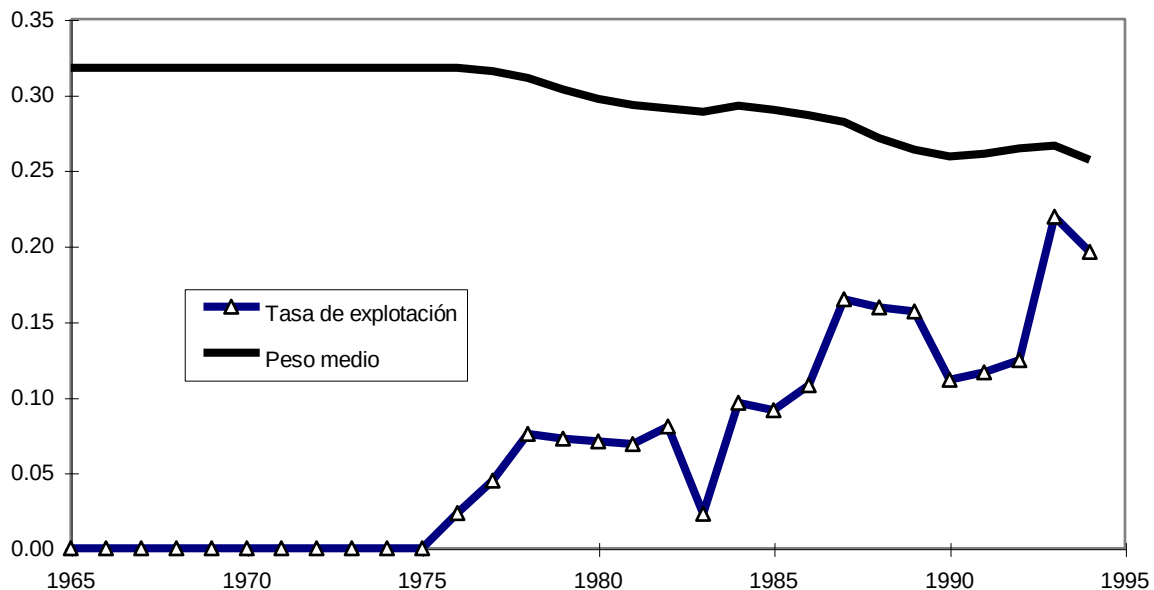


Fig. 3. Comportamiento de E_t y W_{prom} . En Yucatán (1965-1995)

$$Nt = Nt + \Delta t e^{M\Delta t} + Ct e^{M\Delta t/2} \dots\dots(1)$$

donde t se refiere al intervalo de tiempo entre t y $t + \Delta t$. De esta manera la longitud puede ser sustituida por la edad utilizando la ecuación de von Bertalanffy, para relacionar la talla con la edad.

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \dots\dots(2)$$

$$t = t_0 - 1/K \ln(1 - L_t / L_{\infty}) \quad (\text{en años})$$

De esta última ecuación, la edad de una langosta de longitud L_t puede ser calculada y el tiempo para crecer de la talla L_1 a la L_2 es:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1/K \ln(L_{\infty} - L_1 / L_{\infty} - L_2) \dots\dots(3)$$

si N_1 y N_2 representan el número de langostas con tallas L_1 y L_2 , entonces la ecuación (3) puede ser sustituida en (1) resultando:

$$N_1 = \frac{MN_2}{K} \left(\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right) + \frac{MC_1}{2K} \left(\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right) \dots\dots(4)$$

donde $C1/2$ es el número de langostas con longitudes L_1 y L_2 capturadas durante un año. Esta ecuación puede ser simplificada de la siguiente manera:

$$N_1 = XL(N_2 XL + 0.5C_1) \dots\dots(5)$$

donde

$$XL = \frac{M}{2K} \left(\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right) \dots\dots(6)$$

con lo supuestos acerca de M/K , L_{∞} , y el número de langostas en el intervalo mayor, la ecuación 5 puede resolverse iterativamente hacia los intervalos de talla inferior para obtener NL , el número de langostas de talla L . con los valores estimados de NL , se pueden obtener además, varias tasas de mortalidad.

Por ejemplo, la tasa de sobrevivencia durante el periodo en el cual la langosta crece de L_1 a L_2 está dada por:

$$S\Delta t = e^{-Z\Delta t} = N_2 / N_1 \dots\dots(7)$$

de la cual se puede obtener la tasa de mortalidad total como,

$$Z\Delta t = -\ln(S\Delta t) \dots\dots(8)$$

y la tasa anual de mortalidad total al dividir por Δt :

$$Z = Z\Delta t / \Delta t \dots\dots(9)$$

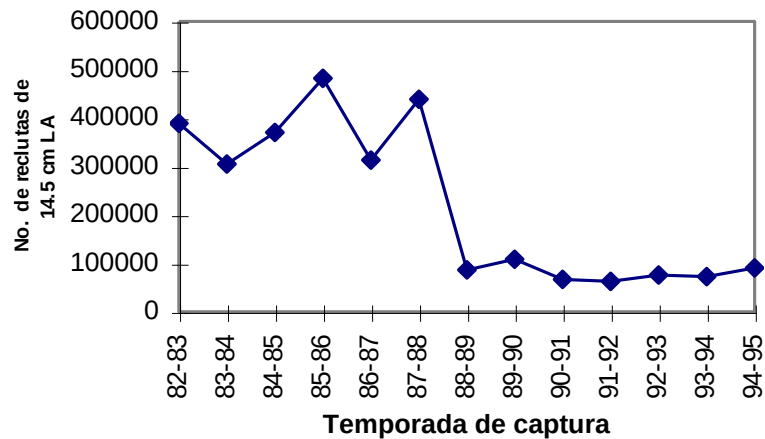


Fig. 4. Comportamiento de reclutas machos de *P. argus* en la zona noreste de Quintana Roó con estimaciones obtenidas con el Análisis de Cohortes basado en Longitudes de Frecuencias.

Las tasas de mortalidad F para cada uno de los periodos se calcula entonces como:

$$F\Delta_t = (F/Z) Z\Delta_t \dots\dots(10)$$

y la tasa de explotación como:

$E = F/Z$ = número de individuos capturados/número de individuos que mueren.

ciones de las áreas de crianza y de captura.

Este descenso en el reclutamiento sería una de las razones por las cuales la captura ha disminuido en las principales áreas de captura de Quintana Roó durante 1989-1996.



Resultados ACLF

En la *figura 4*. se muestra que el reclutamiento de machos de *P. argus* de 145 mm de LA en el periodo (1982-1995) decayó de un promedio de aproximadamente 415,000 individuos a casi 80,000 a partir de 1988.

La reducción del reclutamiento en un 75% se atribuye al efecto provocado por el paso del huracán *Gilberto* en la dinámica del recurso y en las condi-

Los resultados del análisis simultáneo de la talla mínima y esfuerzo tomando a la temporada 1986/87 como referencia (Tabla 10 y Fig. 5), muestran que la opción más recomendable es la combinación de talla mínima de 145 mm de LA y una reducción del esfuerzo en un 25% con respecto a 1986/1987.

La reducción de la talla a 135 mm de LA en esta zona en particular podría

provocar cambios negativos (-.743%) en el volumen reportado a menos que se reduzca el esfuerzo en un 20 a 25%.



Tabla 10. Porcentaje de cambio simultáneo debido a un aumento o disminución de la talla mínima y del esfuerzo aplicado.

Nivel del esfuerzo	Talla mínima de captura (Long. Abdominal en mm) y % de cambio			
	135	145	155	165
0.5	6.240	11.515	14.198	16.177
0.75	3.665	11.393	15.460	18.573
1.0	-1.743	7.749	12.859	16.779
1.1	-3.937	6.127	11.588	15.768
1.3	-8.077	2.966	9.048	13.672
1.5	-11.807	0.041	6.659	11.648
1.7	-15.130	-2.613	4.476	9.769
1.9	-18.089	-5.009	2.497	8.046
2.0	-19.447	-6.118	1.580	7.241

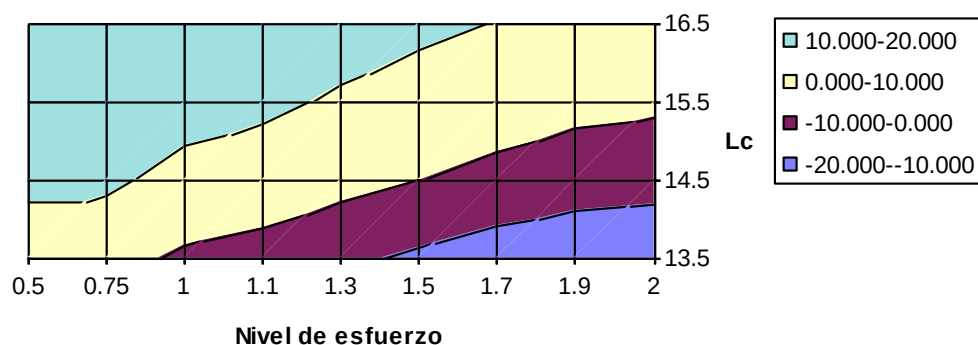


Fig. 5. Esquema del porcentaje de cambio como producto de cambios en la talla mínima o del esfuerzo. La flecha indica la mejor opción en las condiciones presentes (talla mínima 14.5 cm de LA y reducción del esfuerzo en un 25%).

Modelo DBF

Se analizó un modelo de biomasa dinámico (Fox, 1970). La serie utilizada consideró las toneladas por embarcación/año en el periodo 1966-1994. Se asumió que la capacidad de carga se encontraba en equilibrio en 1950. El modelo considera que la biomasa al siguiente tiempo es igual a la biomasa al tiempo anterior más una función de incremento, menos la biomasa capturada, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$B_{y+1} = B_y + g(B_y) - C_y$$

donde para el modelo de Fox (1970)

$$rB_y \left(1 - \frac{LN(B_y)}{LN(k)} \right)$$

lo que resulta en:

$$B_{y+1} = B_y + rB_y \left(1 - \frac{LN(B_y)}{LN(k)} \right) - C_y$$

Este modelo es similar al modelo de producción de Schaefer (1954) porque se relaciona la tasa intrínseca de crecimiento de la población con la capacidad de carga K .

Sin embargo, la relación entre el tamaño del stock y la producción tiene un comportamiento distinto, siendo éste más plano hacia la derecha en lugar de ser simétrico. En este caso la posición del pico de producción está determinado por r y K .

Con este modelo se estimaron los valores de MSY , F_{msy} , B_t ,

En la estimación de los parámetros se utilizó un método de ajustes de tiempo (Hilborn y Walters, 1992). El procedimiento desarrollado se describe a continuación.

- Generar estimaciones del tamaño del stock inicial y otros parámetros.
- Predecir toda la serie de tiempo de biomasa utilizando los datos de captura y el modelo de la población.
- Generar una medida de diferencias entre las capturas observadas contra la serie de tiempo de capturas predichas.
- Continuar con el ajuste para minimizar la diferencia entre la serie de capturas observada y la predicha.

En este caso los valores obtenidos fueron $r = 0.175$ y $MSY = 608$ t. La *figura 6* muestra los valores de CPUE normalizados. Aunque estos valores no fueron estandarizados por que no se cuenta con datos precisos del esfuerzo aplicado y de las capturas de cada una de las diferentes técnicas en cada una de las áreas de captura.

Para llevar a cabo el análisis, y ya que en la mayoría de las áreas se emplean embarcaciones con las mismas características, se ha considerado su número (esfuerzo nominal) como una medida aceptable del esfuerzo efectivo. No obstante, los resultados muestran que éste es un buen procedimiento para futuros análisis.



Resultados MDBF

Se observa un decaimiento con tres etapas, las cuales están relacionadas con la introducción de diferentes artes y técnicas, aumento del esfuerzo y con el efecto de “catástrofes” ambientales.

El decremento en la magnitud del CPUE de 2.5 a 1.0 con respecto al promedio en la historia de la pesquería se da en la primera etapa. En este periodo el cambio más rápido ocurre con la introducción de trampas a partir de 1970.

En la segunda etapa la CPUE decrece de 1 a 0.7 y se mantiene estable entre 1980 y 1988. En este periodo se introducen las técnicas de buceo, aumenta el esfuerzo (en número de cooperativas y pescadores); sin embargo el recurso mostró las mayores abundancias, permitiendo que la CPUE se mantuviera en este nivel.



La última etapa se refiere al periodo posterior al paso del huracán *Gilberto*

en 1988 con descenso de la CPUE a cerca de 0.35 con relación al promedio de la serie. En este periodo hubo un descenso en el esfuerzo global, sin embargo éste aumentó en el periodo 1994-1996. El recurso se vio afectado y con ello la abundancia y su disponibilidad en las áreas de captura, lo cual explicaría el comportamiento estable de la CPUE en el periodo 1989-1996.

Como se describió anteriormente, se ha permitido que el número de embarcaciones y de pescadores aumente en forma considerable a partir de 1980. Esto ocurrió principalmente por la introducción de técnicas de buceo y explicaría, en parte, la disminución de CPUE observada en la segunda y tercera etapas. A tal grado que la CPUE que se obtiene hace que la pesquería sea rentable sólo para pequeñas embarcaciones y explica porque las embarcaciones tramperas de mayores dimensiones fueron eliminadas.

Lo anterior coincide con lo sugerido por el CRIP Puerto Morelos para la zona noreste, en la cual el aumento del esfuerzo en embarcaciones y pescadores produjo interferencia tecnológica especialmente en el periodo 1985-1988, para lo cual se recomendaba disminuir los niveles de esfuerzo.

Con el huracán *Gilberto*, el esfuerzo disminuyó pero en los últimos tres años ha aumentando nuevamente.

El comportamiento de $F/F_{msy} > 1$ en la *figura 6* podría explicarse si se considera que el coeficiente de capturarabilidad (q) no ha cambiado significativamente entre 1980-1996, pero que el aumento en el esfuerzo nominal es la causa de que F se haya incrementado.

Dependiendo de los resultados de las evaluaciones un aspecto muy importante es la obtención de indicadores de donde se encuentra el stock en explotación y su relación con el punto donde debería encontrarse (o no encontrarse). No sólo se debe estimar un parámetro, como por ejemplo

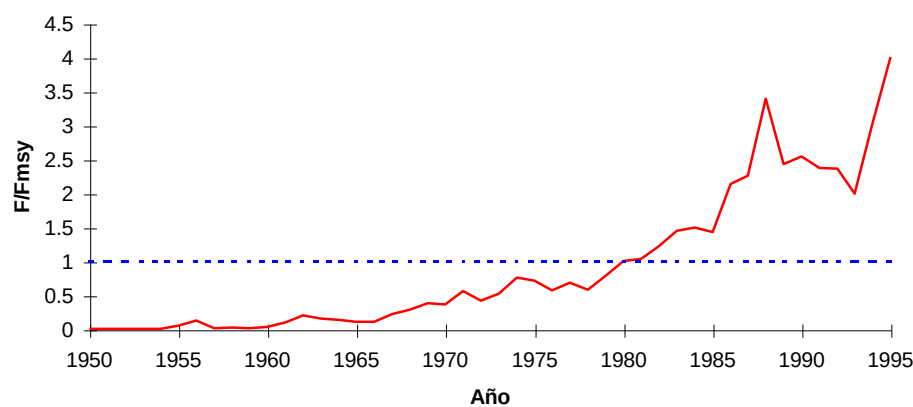


Fig. 6. Comportamiento de F relativo a F_{msy} en el periodo 1966-1944 a lo largo del estado de Quintana Roó.



F , y saber cual es su valor. Lo que es muy importante es el saber si el valor encontrado es alto, muy bajo o aceptable. La respuesta por supuesto depende de varios factores, entre ellos la dinámica de la población y la

Tabla 11. Puntos de referencia de la pesquería de langosta en la península de Yucatán

Puntos de Referencia	Actual	Optimo	Actual/Optimo
F/F_{msy} (Quintana Roó.)	4.3	1.0	3.3

Estado Actual de la pesquería de la langosta espinosa del Caribe

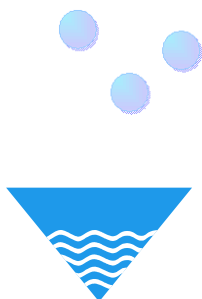
especie bajo estudio.



Algunos de los puntos de referencia se consideran como objetivos de manejo (PRO) (B_{msy} , F_{msy}) la biomasa correspondiente a la captura máxima sostenible o la mortalidad que resulta en MSY. Otros puntos son considerados como restricciones o límites (PRL) mismos que se recomienda no sobrepasar, en los cuales la pesquería no deberá estar operando (Caddy & Mahon, 1995) ya que el stock no tendría posibilidades de reemplazarse por sí mismo (por ejemplo la sobre-pesca del reclutamiento).

El establecimiento de PRO o de PRL, no solo responde a objetivos biológicos. También deben considerarse los aspectos socioeconómicos. De tal manera que, los PRL se establecen generalmente con una idea precautoria, considerando la conservación del stock y la sostenibilidad de la pesquería.

La *tabla 11* muestra que para las condiciones de la pesquería actualmente en Quintana Roó. Se observa que el esfuerzo nominal está excedido hasta en un 330%, lo que explica la inconformidad entre los pescadores por el descenso de las capturas, sobre todo por el de la CPUE promedio/embarcación/día.



La pesquería de *P. argus* en la península de Yucatán no ha podido ser evaluada en la misma manera para todas las áreas de captura. No obstante, se tiene un buen conocimiento a nivel global que permite concluir que en las áreas donde actualmente se está capturando este recurso se está aprovechando adecuadamente.



En Quintana Roó y debido a que las áreas de captura ya no se pueden expandir más, el problema que se observa y, al que habrá que dar respuesta, es el hecho de que el esfuerzo se ha sobredimensionado (interviene un número mayor de pescadores y la inversión ha sido mayor de la necesaria tomando en consideración condiciones óptimas de operación).

Mientras que el aprovechamiento de la langosta en Yucatán se considera el adecuado, en Quintana Roó el esfuerzo se considera sobredimensionado.

Esto se observa en todas las áreas de captura, pero principalmente en la zona del Caribe Mexicano, en donde las áreas están limitadas por grandes profundidades y corrientes y no tienen posibilidades de expansión.



En Yucatán, se consideraron el rendimiento máximo sostenido y la tasa de explotación como Puntos de Referencia Límites. Los resultados de varios de los modelos coinciden e indican que lo más probable es que la pesquería se encuentra por debajo de los puntos de referencia RMS y $F = 0.1$.

Estos resultados, sin embargo, toman en cuenta la biomasa de la población y no la distribución del esfuerzo pesquero y la distribución del stock explotado en diferentes áreas. Lo anterior porque en varias de las áreas de pesca se han alcanzado los límites desde el punto de vista económico; a pesar de que el recurso se ha mantenido estable y de que la pesca en este estado es ribereña y multiespecífica.



Desde el punto de vista biológico es posible incrementar el nivel de explotación; desde la perspectiva social, lo más recomendable es regularizar el esfuerzo de pesca en su totalidad e integrarlo al esquema de manejo actual de permisos y concesiones y limitar el esfuerzo aplicado.



Por otra parte y como ya se ha mencionado, existe una fracción del stock que aún no ha sido explotada en el Banco de Campeche frente a las áreas de concesión de las cooperativas de Yucatán y Quintana Roó, para su explotación se requiere llevar a cabo estudios que permitan evaluar el potencial de estas áreas sin detrimento de la producción actual en las áreas de operación de las cooperativas. En este sentido, deberán realizarse estudios de prospección por medio de permisos de pesca de fomento.

Desde el punto de vista biológico es posible incrementar el nivel de explotación del recurso en Yucatán; sin embargo con un enfoque social, su pesquería debe regularse mediante concesiones, limitando el esfuerzo aplicado.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Se ha mencionado que la pesquería de langosta en la península de Yucatán ha alcanzado la etapa de aprove-

chamamiento adecuado y, por tanto, se sugiere que en la medida de lo posible se establezcan todas las medidas que conduzcan al mantenimiento de esta condición.

Esto se basa en la estabilidad de las capturas en Yucatán (áreas de operación de las concesiones) y en la recuperación de las capturas reportadas que muestra Quintana Roó (por haber alcanzado los niveles promedio de producción en la historia de la pesquería y posibilidades de aumentar en el futuro).



El proceso de concesionamiento que se ha dado es el primer paso dentro de un Manejo Adaptativo (Hilborn y Walters, 1992), que significa el adecuar las medidas administrativas a las condiciones que se dan en la pesquería.

Lo que sigue, dentro de este marco es reducir paulatinamente el esfuerzo conforme las investigaciones van aportando resultados.

El proceso de concesionamiento que se ha dado es el primer paso dentro de un Manejo Adaptativo (adecuar las medidas administrativas a las condiciones que se dan en la pesquería).

Los niveles bajos de CPUE indican que esta medida de control deberá hacerse a la brevedad, de otra forma se podría caer en un problema de sobre-capitalización. Para ello el procedimiento a seguir es:

- 1) Establecer un proyecto que permita la reducción del esfuerzo por etapas, a fin de lograr CPUE's promedio similares a los de mediados de los años ochenta.
- 2) El proceso deberá hacerse por etapas y en forma secuencial reduciendo de aproximadamente 3.5 hasta 0.5 sobre el nivel que se tenía en 1980.
- 3) Condicionar la adquisición de embarcaciones y equipos nuevos, a estudios que evalúen su efecto en las propias áreas de captura.



Lo anterior presenta las siguientes ventajas: incrementar los valores de CPUE, la rentabilidad de la actividad y favorecer que el recurso se recupere más rápidamente en algunas zonas.

En las áreas de captura de Yucatán, (áreas de operación de las concesiones) se deberán llevar a cabo estudios, considerando el aspecto multi-

específico, que indiquen los niveles de esfuerzo más adecuados para manejar en forma eficiente la pesquería de langosta.



Otro aspecto importante que debe ser considerado es el efecto en el mediano plazo que las prácticas de *scuba* y *hookah* tienen sobre los pescadores; sobretodo los problemas por la enfermedad de la descompresión, que puede ser fatal.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

En el ámbito internacional, la SEMARNAP, a través del Instituto Nacional de la Pesca, lleva a cabo convenios de colaboración Bilateral con Cuba y Jamaica. Estos convenios tienen el objetivo de intercambiar experiencias y conocimientos sobre distintos recursos dulceacuícolas y marinos, entre los que se incluye la langosta. En este sentido merece especial mención el “Proyecto sobre la Biología y Pesquería de la Langosta Espinosa”.



Por otro lado, se está buscando incrementar la red de comunicación con otros países tales como: Australia y Estados Unidos. Asimismo, se han realizado estudios en colaboración con CFRAMP, FAO y DANIDA durante los Talleres de Langosta del

Caribe *P. argus* para toda la región del Caribe. La idea es incrementar el intercambio de información y experiencia con los países que explotan este recurso en la zona de la WECAFC.



En el ámbito nacional, la comunicación entre instituciones que se dedican a estudiar este recurso en particular ha aumentado. Desde 1996 se instaló en Yucatán un *Comité Técnico de Apoyo a la Investigación y Vigilancia de la Langosta*, conformado por la Delegación de la SEMARNAP en el estado, las dos Federaciones de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, los empresarios más importantes en la captación de langosta (“Atlántida del Sur” y *Ocean Garden*), la PROFEPA y el CRIP Yucalpetén.

Durante la temporada 1996-1997 a través de este Comité se recibió apoyo económico para investigación, proveniente de las cooperativas.

Por otra parte, el CRIP Yucalpetén participa en forma conjunta con el CINVESTAV en un Programa Integral de Investigación sobre el *Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes*. El objetivo es evaluar el recurso y proponer la forma de explotación de langosta más adecuada en la zona.





En Quintana Roó se están haciendo arreglos de colaboración entre el INP-CRIP Puerto Morelos y ECOSUR. Con la estación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) se han realizado prospecciones y siempre ha existido una relación de apoyo.

No obstante lo anterior, una forma para poder acelerar aún más estas acciones, será mediante la reinstalación nuevamente del **Comité Técnico Consultivo del Programa Langosta del Golfo de México y del Caribe**, considerado como el foro para discutir todos los aspectos relativos al manejo de este recurso en esta área.

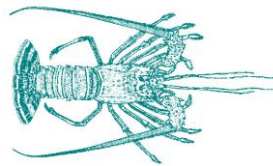


REFERENCIAS

- Cabrera, J. L. y O. Defeo. 1995. La pesquería de langosta en Yucatán: ¿recurso uni o multiespecífico? CRIP Puerto Morelos Informa 2: 7-8.
- Caddy, J. F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fishery management. FAO Fisheries Technical Paper 347: 1-82.
- Chapa, S. H. 1964. Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico mexicano y su pesquería. SIC/Dir. Gral. Pesca Ind. Cxas/INIBP 6: 5-68.
- Cruz, R., J. A. Baisre., E. Díaz, R. Brito, C. García, W. Blanco y C. Carrodegas. 1987. Atlas-biológico pesquero de la langosta en el archipiélago cubano. Centro de Inv. Pesq. la Habana, Cuba.
- Fox, W. W. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Am. Fish. Soc. 99: 80-88.

- Fuentes, D. 1986a. Síntesis de algunos conocimientos relevantes de la biología y la pesquería de la langosta *Panulirus argus* (Latreille) en el Caribe mexicano. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- González-Cano, J. M. y C. C. Aguilar. 1987. Informe de la temporada de captura de langosta 1986-1987, Quintana Roó, México. INP-SEPESCA. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- González-Cano, J. M. 1991a. Evaluación y opciones de manejo para la pesquería de langosta del Caribe mexicano. *In*: P. Briones F y R. del Arrenal C. (eds.). Memorias Taller Regional sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta. UNAM/INP Puerto Morelos, Quintana Roó, México: 23-32.
- González-Cano, J. M. 1991b. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Ph. D. Thesis, Imperial College, University of London.
- Hilborn, R. y C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fisheries Technical Paper 256: 1-118.
- Lozano, A. E., P. Briones-Fourzán y B. F. Phillips. 1991. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascensión, México. Fish. Bull. 89:79-89.
- Punt, A. E. y R. Hilborn. 1996. Biomass dynamic models. FAO Computerized Information Series Fisheries: 1-62.
- Ríos, L. G. V. y C. Zetina M. 1997. Estimación de la población de langosta utilizando el método análisis de cohortes por longitudes. CRIP Yucalpetén. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of marine fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1: 25-26.

- SEMARNAP. 1994. Anuario Estadístico de Pesca. SEMARNAP, México.
- SEPESCA. 1989. Anuario Estadístico, SEPESCA, México.
- Smith, G. G. 1995. The world market for lobster. FAO/GLOBEFISH Research Programme 36: 1-91.
- Sparre, P., E. Ursin & S. C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1, Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306:1-337.
- Zetina, M. C. y G. V. Ríos. 1997. Estimación de la biomasa y la mortalidad por pesca de la langosta espinosa en las costas de Yucatán, utilizando un modelo de diferencia con retraso. Informe técnico. CRIP Yucalpetén. INP, SEMARNAP.



caracol abanico

caracol

caracol

trompillo

Chacpel

Caribe

Caribe

rosado

caracol abanico

reina

caracol

blanco

Caracol

Caracol

Rosado

Rosado

caracol

reina

abanico

abanico

trompillo

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DE CARACOL

ESPECIE: Caracol rosado (*Strombus gigas*).

- Es un recurso de gran tradición en Quintana Roo; está representado en el escudo oficial del estado.
- México ocupa el quinto lugar de producción en el Mar Caribe y ésta tuvo un valor de dos millones de pesos durante la temporada 1996-1997.
- Alcanza su madurez sexual a los tres años y su longevidad es de siete; puede llegar a pesar 5.5 kg.
- La pesquería fue cerrada totalmente de 1990 a 1996 (excepto el Banco Chinchorro) en Quintana Roo y en Yucatán está en veda permanente desde 1994.
- La pesca furtiva es un problema serio que requiere de la participación de los usuarios.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 57 toneladas: 16% con respecto al máximo histórico (1979).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Espacial estructurado por edades (YAREA).

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro.

MEDIDAS DE MANEJO

- Talla mínima, cuotas de captura por regiones, veda total espacial y temporal por dos años (NOM-013-PESC-1994).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

- Recuperación de la biomasa a por lo menos 500 toneladas.



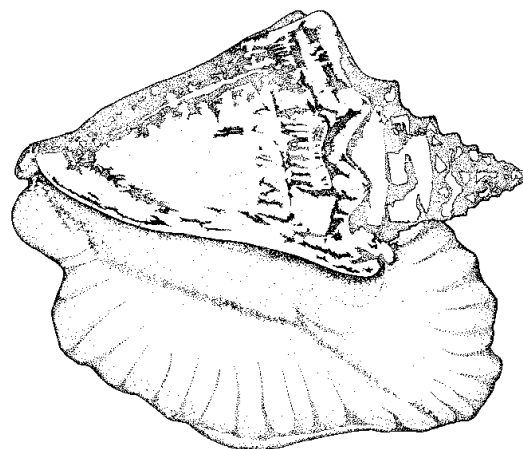
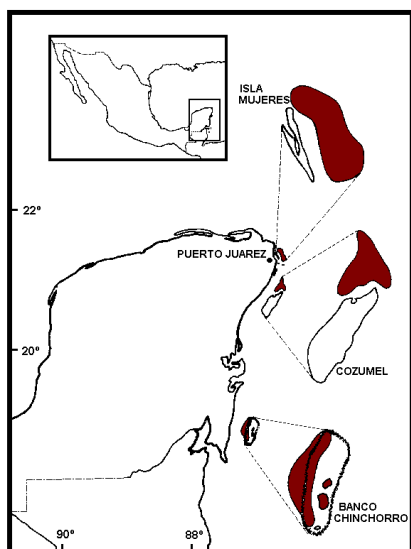
CARACOL ROSADO

Strombus gigas

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

El recurso caracol empieza a ser explotado comercialmente en las costas de la península de Yucatán, a partir de los años cincuenta. Hasta 1986 la captura de caracol en México se componía tanto de caracol rosado (*Strombus gigas*) como de caracol blanco (*S. costatus*), chacpel (*Pleuroploca gigantea*), tomburro (*Turbinella angulatus*) y caracol trompillo (*Busycon contrarium*). En la figura 1 se presenta la tendencia de la captura en los dos estados productores de caracol: Yucatán y Quintana Roó.



En la actualidad este último estado sostiene la pesquería, capturando únicamente caracol rosado en dos bancos de pesca: en Banco Chinchorro y en el de Cozumel.

En los últimos años México ha ocupado el 5º lugar de los países productores de caracol en el Mar Caribe

El caracol rosado, de abanico o reina *S. gigas*, constituye para las comunidades ribereñas del Caribe uno de los recursos pesqueros de mayor tradición e importancia. En Quintana Roó es el animal heráldico y se le encuentra representado en el escudo del estado, lo que le confiere además un alto valor social.

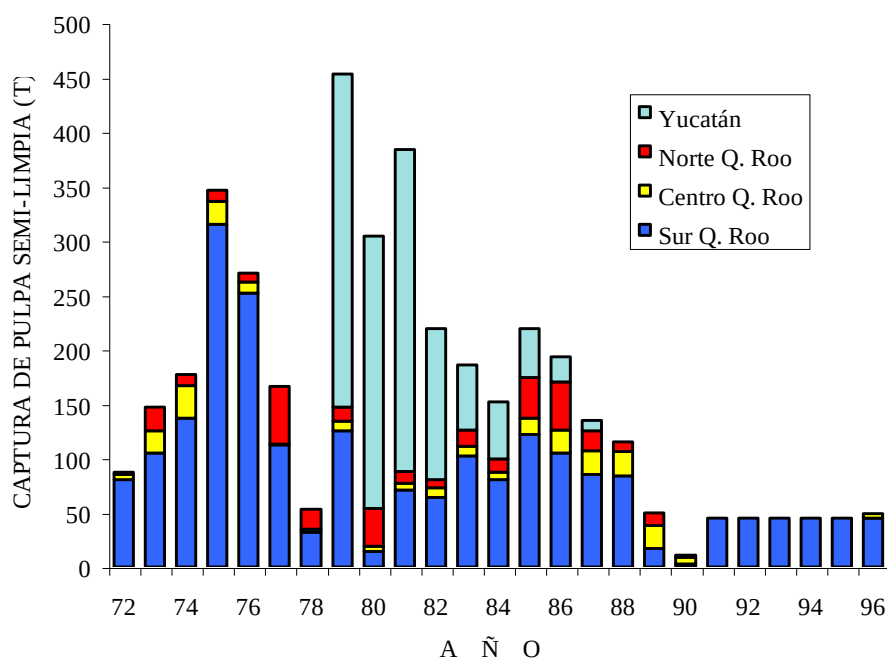


Fig. 1. Captura de caracol en Yucatán (1979-1986) y por zona de pesca en Quintana Roó (1972-1996).

Es una pesquería de importancia regional cuyo volumen de captura registrado en la temporada 1996-1997 fue de 57 t estimándose un ingreso neto de dos millones de pesos.

BIOLOGÍA

Strombus gigas es una especie típica de la fauna caribeña. Es poco frecuente a profundidades mayores de 40 m. Su reproducción se efectúa de mayo a diciembre, la hembra deposita de 300,000 a 500,000 huevecillos. El número de masas de huevos (puestas) que *S. gigas* pone al año no está bien definido, pero se ha reportado que las hembras pue-

den depositar hasta tres o cuatro puestas por mes (Weil y Laughlin, 1984). Después de cinco a siete días eclosionan larvas véliger planctónicas. Entre los 20 a 25 días las larvas cambian sus hábitos planctónicos por epibénticos sufriendo una metamorfosis radical (Quijano, 1988), tras la cual los juveniles se mantienen enterrados en la arena hasta después del primer año de vida. Al alcanzar una talla entre 50 y 70 mm de longitud de la concha, emergen de forma gradual (Stoner *et al.*, 1988). Después del asentamiento larval, los individuos de *S. gigas* permanecen durante toda su vida en el mismo banco, particularmente cuando éste es circundado por zonas profundas como es el caso de Banco Chinchorro y del Banco de Cozumel.



La madurez sexual se presenta a los tres años de edad o alrededor de los 20 cm de longitud total, y se caracteriza por el desarrollo del abanico de su concha (Appeldoorn, 1988). *S. gigas* tiene una longevidad de siete años, talla máxima de 29 cm de longitud total de la concha y peso máximo total (con concha) de 5.5 kg, el cual rinde aproximadamente 400 g de pulpa semi-limpia.



Es una especie herbívora (Warmke y Abbott, 1961), se alimenta de algas epífitas adheridas a las rocas y pastos marinos (Randall, 1964), así como la cobertura de algas verde-azules que cubren los granos de arena (Jory, 1989). Se han reconocido dos tipos de movimientos o migraciones en corta escala, unos asociados al proceso reproductivo (Randall, 1964) y otros ontogenéticos (Hesse, 1979; Stoner *et al.*, 1988; Stoner, 1989).

CAPTURA Y ESFUERZO

τ Operaciones y equipos

Los pescadores de caracol están agrupados en sociedades cooperativas. Para la temporada de pesca 1996-1997, había 94 pescadores en las cooperativas de Banco Chinchorro y 42 en el de Cozumel, aunque este número varía anualmente por salida e ingreso de pescadores, promediando los 120 en

Banco Chinchorro y 50 en Cozumel. Estos pescadores representan a los socios de la cooperativa y aunque todos ellos tienen permiso de capturar caracol hay algunos que por decisión propia no lo hacen. Sin embargo es frecuente la participación de familiares no socios en algunas de las embarcaciones.

Se estima que participan entre 115 y 130 pescadores en la captura de caracol en Banco Chinchorro y de 45 a 55 en Cozumel.

En la *tabla 1* se presenta la distribución de los pescadores-socios por unidad productora, así como el número de embarcaciones y el banco de operación.

Las embarcaciones son de fibra de vidrio de 18 a 26 pies de eslora (5.94 m y 8.58 m, respectivamente), equipadas con motor fuera de borda de 48 a 55 CF. El número efectivo de embarcaciones destinadas a la pesca de caracol también puede variar, se ha calculado que éstas son 38 en Banco Chinchorro y 15 en Cozumel.



Tabla 1. Número de pescadores y embarcaciones por unidad productora.

UNIDAD PRODUCTORA	Nº PESCADORES	Nº EMBARCACIONES	BANCO DE OPERACION
SCPP “Andrés Quintana Roo”	35	18	CHINCHORRO
SCPP “Banco Chinchorro”	30	15	CHINCHORRO
SCPP “Langosteros del Caribe”	29	15	CHINCHORRO
SCPP “Pescadores de Cozumel”	42	25	COZUMEL
Total	136	73	

El método de pesca depende de la profundidad a la que se capturan las poblaciones de caracol.

Banco Chinchorro es un atolón con una amplia laguna circundada por un borde arrecifal. *S. gigas* se distribuye dentro de la laguna, y sobre el margen de sotavento desde la laguna, hasta una terraza de arena localizada a 30 m de profundidad. La pesca en este banco es a través del buceo libre y la captura se realiza a mano, dado que ésta se efectúa en la laguna a una profundidad máxima de dos a seis metros. La fracción de la población distribuida a aproximadamente 30 m de profundidad no es accesible a la captura por el método de pesca empleado.

En el Banco de Cozumel, ya que las poblaciones se distribuyen entre los 25 y 32 m de profundidad, se utiliza el buceo con *scuba*. El uso de la compresora (*hooka*) es esporádico en ambos bancos, sin embargo las recomendaciones van dirigidas hacia su prohibición. En cualquiera de los métodos, las operaciones de pesca tienen una duración aproximada de seis a ocho horas. Las embarcaciones van tripuladas por tres o cuatro pescadores, de los cuales no todos bucean simultáneamente, dos

lo hacen en Banco Chinchorro, mientras otro conduce la embarcación. En Cozumel un pescador bucea, otro lo cuida desde la superficie del agua y el otro conduce. Un cuarto tripulante puede ir como buzo o bien ayudando a desconchar el caracol. El puesto de buzo se va rotando entre los tripulantes.

Se ha estimado que un buzo pesca por día cuatro horas en Banco Chinchorro (esnórquel) y dos horas en Cozumel (SCUBA).



La captura está limitada con cuotas, para Banco Chinchorro es de 45 t anuales y 12 t para Cozumel. Estas son divididas proporcionalmente en los seis meses que dura la temporada de pesca: de noviembre a abril.

La Delegación Federal de la SEMARNAP en la entidad, define mensualmente las fechas de apertura de la pesca para facilitar la vigilancia de la cuota, de esta manera para Banco Chinchorro durante

varios años se permitía la captura de caracol durante dos o tres días al mes (12 a 15 días de pesca al año), en la cual intervienen todos los pescadores de las tres cooperativas, actualmente el número de días para pescar la cuota se ha incrementado, para finalizar la temporada de pesca 1996-1997, requirieron de seis días para reunir la cuota mensual (7.5 t). Los pescadores de Cozumel la reunieron en cinco días (2.0 t).



τ Tendencias históricas

La captura de caracol comenzó a ser registrada oficialmente en Quintana Roó en 1972 y hasta 1979 en Yucatán. La mayor producción se alcanzó en Quintana Roó durante 1975 y 1976 con 350 y 270 t, respectivamente (Fig. 1). Frecuentemente se hace mención a la abundancia de caracol que existía en los años setenta y a la drástica declinación de las capturas en los años subsecuentes. Sin embargo, una proporción de la captura en 1975 y 1976 fue realizada por beliceños en sus bancos de pesca y comercializada a través de pescadores mexicanos del sur de Quintana Roó, por lo que dichas cifras récord deben tomarse con cautela a fin de no sobreestimar el deterioro y tamaño de las poblaciones de caracol.

En Quintana Roó el registro de la captura de los recursos pesqueros

tradicionalmente se ha dividido en tres zonas:

Zona norte, que abarca de Holbox a Puerto Morelos.

Zona centro, las Bahías de la Ascención y Espíritu Santo incluyendo Cozumel.

Zona sur, que cubre el resto del litoral hacia el sur.

Los bancos de caracol en cada una de estas zonas son los siguientes: Bajo del Este, Bajo Banderas y Punta Nizuc en la zona norte; Banco de Cozumel en la zona centro y Banco Chinchorro en el sur.



La captura de caracol en la zona norte corresponde a la producción de los tres bancos señalados, sin embargo frecuentemente se hace referencia a la pesquería de caracol en Isla Mujeres por su cercanía con ésta y porque son sus pescadores quienes intervienen en la explotación de estos bancos.



La zona sur (Banco Chinchorro) ha sido la más productiva, seguida por los bancos de la zona norte. Cabe señalar que en la zona costera del litoral de Quintana Roó también se capturaba caracol, pero la mayor parte se extraía de los bancos, lo cual se fue acentuando por el

incremento de habitantes en la costa y la subsecuente sobreexplotación del caracol en esta zona. En tiempos recientes sólo las costas de Punta Herrero, que son las menos pobladas, mantienen densidades de caracol de 0.07 ind/m² (Cruz, 1995).

En sus inicios la pesquería de caracol era de libre acceso, no fue sino hasta 1987 cuando se establece una cuota de captura publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Desde 1976, dió inicio en Quintana Roó, la asignación de cuotas de captura por banco de pesca, aunque estas eran determinadas de forma irregular. En 1981 se permite el acceso sólo a pescadores agrupados en cooperativas (D. Fuentes, com. pers.). En 1983, se decreta una veda de dos meses y medio y en 1987 se publica en el Diario Oficial de la Federación una cuota de captura establecida de 77 t de pulpa de caracol, las que quedaron distribuidas de la siguiente manera: 23 t para la zona norte, cuatro toneladas en el centro y en el sur 50 t.

Sin embargo, hasta principios de 1990 la tendencia de las capturas continuaba siendo negativa (Fig. 1), por lo que bajo consenso, gobierno y pescadores, acordaron cerrar por un periodo de tres a cinco años, todas las zonas de pesca, a excepción de Banco Chinchorro, donde se autoriza una cuota de 45 t anuales, la cual se mantiene hasta la fecha.

Hasta hace dos años el número de viajes de pesca (embarcación/día) efectuados en Banco Chinchorro al año para extraer la cuota de 45 t era de 450 a 600, con una Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) entre 75 y 100 kg de pulpa semi-limpia por viaje. En estos últimos años se ha incrementado la pesca furtiva tal vez como resultado de una menor intensidad de las actividades de inspección y vigilancia. En la temporada de captura, noviembre de 1996 al mes de abril de 1997 la CPUE fue de $\pm$ 30 kg/viaje.

Después de realizar estudios de abundancia poblacional se autoriza en 1996, la reapertura de la pesquería en Cozumel con 12 t anuales de pulpa de caracol. Punta Nizuc actualmente forma parte de un parque marino y la captura de caracol no está permitida. En el Bajo del Este y Bajo Banderas continúa la veda a pesar de observarse adecuadas densidades de caracol para su extracción, los bancos son pequeños con relación al número de pescadores de Isla Mujeres, por lo que aquí el problema es de asignación de la cuota de captura. Debido a ello aún no se autoriza la captura en esta zona de pesca.



La captura en Yucatán presentó una drástica declinación desde 1979 hasta llegar a 10 t en 1987 (Rodríguez, 1994), cuando se hace necesario decretar una veda total, a partir de ese mismo año y hasta la fecha.

En 1994 se realizó una evaluación de las poblaciones en los bancos de pesca tradicionales, sin que se determinara factible reanudar la captura (Pérez y Cervera, 1994).

El caracol rosado es capturado actualmente en Banco Chinchorro y en Cozumel, por ello el desarrollo del presente análisis se basará en el estado de las poblaciones y su pesquería en estas zonas.

τ Pesca incidental y descartes

La captura de caracol rosado se realiza por medio de buceo y de manera manual, es una pesca totalmente dirigida a la especie objetivo a partir del establecimiento de fechas específicas para la extracción de la cuota, por lo que no hay pesca incidental ni descartes de otras especies.

τ Interacción con otras pesquerías

En Quintana Roó, la base de la economía de los pescadores artesanales agrupados en cooperativas es la captura de langosta, sin embargo el segundo recurso más importante para las cooperativas señaladas en la *tabla 1*, es el caracol. Esto es debido a las ganancias que genera y además, porque representa una fuente alternativa de ingresos durante dos de los cuatro meses de veda de langosta. Esta ocurre de marzo a junio y durante los meses de marzo y abril aún continúa la pesca de caracol. De noviembre a febrero, cuando los pescadores capturan

tanto langosta como caracol, este último se pesca en Banco Chinchorro en sólo dos o tres días al mes (seis días, como en la última temporada) y en cinco días al mes en Cozumel, los días restantes se dedican a la captura de langosta.

De las 25 lanchas de la SCPP “Pescadores de Cozumel” sólo 15 intervienen en la captura de caracol, el resto de sus embarcaciones las tienen en la zona continental, en el Rancho María Elena en donde realizan la pesca de langosta.

Del mismo modo para las cooperativas de Banco Chinchorro, se ha calculado que sólo operan 38. Algunos de los pescadores de la SCPP “Andrés Quintana Roó”, se dedican a la pesca de escama y langosta en la zona costera cercana al poblado de Xcalak, lugar donde residen.



ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

La captura de caracol tiene bajos costos de producción. En Banco Chinchorro durante la temporada de captura en 2-2.5 días al mes se reunían 7.5 toneladas (dato hasta 1995) de pulpa de caracol. Esta captura la realizan de 115-130 pescadores tripulando aproximadamente 38 lanchas, el gasto de combustible por día de pesca/lancha es de alrededor de 40 lt.

Del caracol, solo se comercializa la pulpa, las conchas son devueltas al mar o en ocasiones se venden como "souvenirs" o para la fabricación de artesanías.

La captura y comercialización de caracol requiere poca infraestructura pesquera. Cada cooperativa de Banco Chinchorro cuenta con una embarcación nodriza para el transporte de la cuota de captura a los muelles de descarga, el cual puede ser en Majahual o en Chetumal. En Cozumel cada embarcación se encarga de transportar su captura a la playa, en donde se recepciona. La comercialización se efectúa en la Isla de Cozumel. Ninguna transformación se realiza a la pulpa de caracol.



Todo el caracol capturado en México es comercializado en el mercado interno en presentación congelada. Una proporción se destina para abastecer la demanda de Quintana Roó y otra parte es consumida en el estado de Veracruz.

Cabe señalar que el turismo extranjero que visita Cancún no es un fuerte consumidor de este producto.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La Norma Oficial Mexicana que rige la captura de caracol es la **NOM-013-PESC-1994**, decretada en el Diario Oficial de la Federación, 21.04.95. Esta norma establece una talla mínima de captura de 20 cm de longitud total de la concha, bajo el criterio que la edad de madurez sexual se alcanza a esa talla, el método de pesca autorizado es el buceo semi-autónomo (esnórquel) y autónomo (SCUBA).

Asimismo, establece cuotas para limitar la captura, las cuales se determinan con base en los resultados de las investigaciones científicas que se realizan sobre el recurso, de igual forma la cantidad de equipos autorizados se asignan en función de las cuotas.

Las obligaciones del permisionario decretadas en la NOM son:

- Presentar un **reporte mensual** sobre los resultados de sus operaciones de extracción, y
- **Participar en los programas de investigación** del recurso que lleve a cabo la SEMARNAP.

Esta norma se complementa con el Aviso que da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática, publicado en el Diario Oficial de la Federación, 16.03.94, el cual determina para *S. gigas* una temporada de veda del 1º de mayo al 31 de octubre.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

En México hay poblaciones de *S. gigas* mejor estudiadas que otras, y esto depende de la importancia económica de la pesquería. Por ejemplo, en Banco Chinchorro, diversas instituciones de investigación como CIQRO (ECOSUR), CINVESTAV-Unidad Mérida y el CRIP Puerto Morelos (INP) han aportado información sobre la abundancia, crecimiento, mortalidad y sobrevivencia; así como la estructura de la población, entre otros aspectos (Quijano, 1988; Navarrete *et al.*, 1994; Chávez y Arreguín, 1994; Cruz *et al.*, 1994).

Lo anterior ha permitido el uso de modelos para determinar la situación actual del recurso y explorar estrategias de manejo. Para las poblaciones de Cozumel e Isla Mujeres, se carece de esta información, por ello el Instituto Nacional de la Pesca, a partir de 1996, ha dirigido investigaciones hacia estas zonas.



Banco Chinchorro: En esta zona se han realizado estimaciones anuales de densidad de ind/m² desde 1989 y hasta la fecha, que han variado de 0.13 a 0.05 con pronunciada tenden-

cia hacia la disminución en los últimos dos años.

La densidad se ha obtenido mediante conteos de individuos en cuadrantes circulares de 100 m². Los caracoles contenidos en el cuadrante son medidos para calcular la biomasa tomando en cuenta la estructura de la población.

Durante los primeros años de investigación se determinó entre otras relaciones morfométricas, la relación peso de pulpa-longitud total; crecimiento (mediante la ecuación de von Bertalanffy); mortalidad total; selectividad del arte de pesca al 50 y 75%; área de distribución de la población y se realizaron las primeras estimaciones de reclutamiento.

Otros valores calculados fueron el grado de contagio entre los individuos (desviación estándar -DS- de la distribución al centro del parche) y el área barrida por unidad de esfuerzo.

Con esta información disponible se integraron los parámetros de entrada al modelo empleado para el análisis y manejo de la población. La mortalidad natural fue seleccionada del análisis de valores reportados en la literatura (Appeldoorn, 1988; Padilla, 1992; Navarrete *et al.*, 1994; Rathier y Battagly, 1994).

En la *tabla 2* se resumen los parámetros de entrada con los que fue ajustado el modelo y el método empleado en la obtención de los parámetros.

zona de pesca y de biomasa máxima del recurso (B_{max}), se proporcionan

Tabla 2. Valor de los parámetros de entrada al modelo YAREA (después del proceso de sintonización).

PARAMETRO	VALOR	METODO
k de la ECvB	0.3	FISAT
t_0 de la ECvB	0.002	FISAT
L_α de la ECvB	298 mm	FISAT
W_α	400 gr.	Regresión Potencial Largo-Peso
Longevidad	7 años	FISAT
Mortalidad Natural	0.69	Literatura
Reclutamiento medio	8'000,000	Jones, 1984
DS del reclutamiento	0	
DS distribución del parche	0.10	Vecino más Cercano
Area ocupada por el stock	40	CAMRIS (SIG)
Area barrida por día	0.049	Velocidad x tiempo (observación de campo)
Longitud al 50% de selectividad	202 mm	Ojiva de selectividad
Longitud al 75% de selectividad	214 mm	Ojiva de selectividad
Probabilidad de captura	1	Observación de campo
Esfuerzo total anual (No. de lanchas x días efectivos de pesca)	±500 viajes	Información de los pescadores
B_{max} por unidad de área	±3.85 t/Km ²	Análisis de la distribución y abundancia

τ Modelo

Para describir la dinámica de la población de *S. gigas* en Banco Chinchorro, así como su pesquería, se empleó el modelo YAREA del programa SPATIAL (Seijo *et al.*, 1993). Este es un modelo de estructura por edades que representa la distribución y dinámica espacial de la biomasa y del esfuerzo de pesca. YAREA considera un campo de pesca dividido en unidades de área geográficamente contiguas (rejilla), sobre la que se distribuye una población sedentaria, sin intercambio de los individuos entre las unidades.

La información espacial sobre las características geográficas de la

para cada unidad de área.

El modelo supone que un cierto número de reclutas (de edad 1) son adicionados al stock de forma instantánea y al principio de cada año, durante periodos anuales sucesivos, formando parches o camas distribuidas aleatoriamente sobre el campo de pesca, siendo posible sobreponerse parches de la misma o de diferente cohorte (Caddy, 1975).



La densidad de los parches está limitada por la biomasa máxima (B_{max}) de cada unidad de área. La densidad va disminuyendo a medida que aumenta la distancia al centro del parche, esta declinación se simu-

la por medio de una distribución normal bivariada. El programa para generarla requiere la varianza de la distribución como parámetro de entrada (Seijo *et al.*, 1993).

$$R_{ij(t)} = \frac{NT}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-x^2/2\sigma^2\right)}$$

donde:

R_{ij} = es el número de reclutas asignados a la unidad de área ij

NT = número de reclutas en cada parche antes de limitar la biomasa

x = distancia de la unidad de área ij al centro del parche

σ = desviación estándar (DS) de la distribución del parche

La distancia al centro del parche (x), se estima con la siguiente ecuación:

$$x = \sqrt{(TSG(y-i))^2 + (TTG(z-j))^2}$$

donde:

TSG = longitud de la unidad de área

TTG = amplitud de la unidad de área

$i = 1,2,3,\dots,SG$ (renglones de la rejilla)

$j = 1,2,3,\dots,TG$ (columnas de la rejilla)

$y = SG/2$

$z = TG/2$

El número anual de reclutas se puede especificar de forma determinística o estocástica mediante una función stock-reclutamiento a través

del modelo de Beverton y Holt (Seijo *et al.*, 1993).

Dependiendo de la información disponible de la especie, se podrá ejecutar el programa con reclutamiento constante o variable.

$$R(t) = \frac{(B(t))(R_{max})}{(TB_{max} + B(t))} + RN(t)$$

donde:

$B(t)$ = biomasa total en el tiempo(t)

$RN(t)$ = variable aleatoria con distribución normal

Tb_{max} = suma de la biomasa máxima de cada unidad de área

R_{max} = reclutamiento máximo de la población



La fracción del esfuerzo asignado dentro de cada unidad de área en una zona de pesca, lo determina la biomasa local disponible (asignación de esfuerzo proporcional). La mortalidad natural se asume como constante para todas las edades. La mortalidad por pesca se calcula para cada grupo de edad y para todas las áreas, en función de la capturabilidad, selectividad por edad y esfuerzo de pesca, de donde se estima una población residual (número de sobrevivientes en el tiempo $t+1$) (Caddy, 1975; Seijo *et al.*, 1993).

$$N_{ijk}(t+Dt) = N_{ijk}(t) + \int_t^{t+dt} ((S_{ijk} - 1(t))(N_{ijk} - 1(t) - N_{ijk}(t)))dt$$

donde:

$N_{ijk}(t+DT)$ = sobrevivientes por edad por unidad de área en el tiempo

$S_{ijk}(t)$ = tasa de sobrevivencia de los individuos de edad k localizado en el sitio ij

$$S_{ijk}(t) = 1 - (FR_{ijk}(t) + MR)$$

donde:

FR_{ijk} = mortalidad por pesca específica por edad y en función de la intensidad de pesca asignada al sitio ij

MR = mortalidad natural

$$FR_{ijk}(t) = q_k \cdot f_{ij}(t)$$

donde:

q_k = selectividad del arte a la edad k

$f_{ij}(t)$ = intensidad de pesca en la unidad de área ij en el tiempo t

$$F_{ij}(t) = \frac{CPUE_{ij}(t)}{CPUET(t)} * FT$$

donde:

FT = esfuerzo total por año

$CPUE_{ij}(t)$ = captura por unidad de esfuerzo en el sitio ij en el tiempo t

$$CPUET(t) = \sum_i^S \sum_j^T CPUE_{ij}$$

La distribución de la biomasa en el sistema simulado se representa en la *figura 2*, ésta es la distribución media de cuatro simulaciones con igual conjunto de parámetros.

Las áreas de mayor abundancia en el sistema simulado corresponden a las zonas del Banco conocidas como “Isla Ché” y “las Cordilleras”, sin embargo, cabe mencionar que YAREA es un modelo estocástico y en muchas salidas del modelo “Isla Ché” representa a la zona de mayor abundancia, la cual declina en años sucesivos por la aplicación de una mayor intensidad de esfuerzo de pesca.

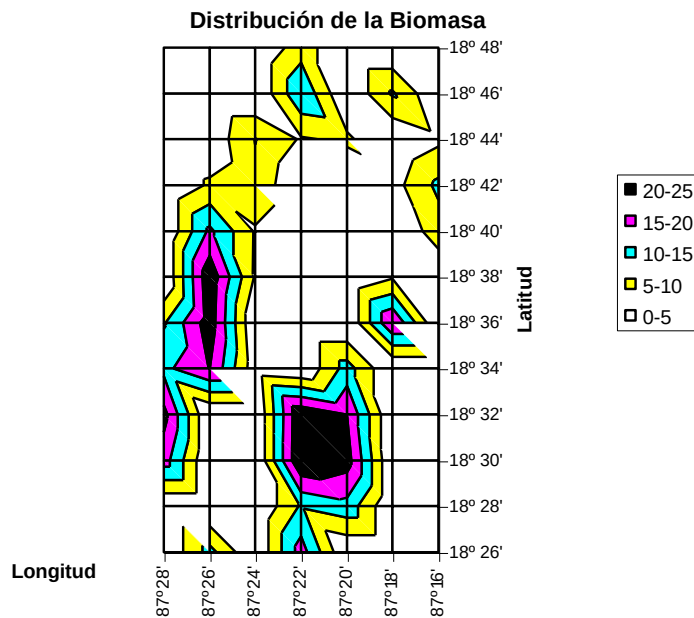


Fig. 2. Distribución de la biomasa de pulpa de caracol (*Strombus gigas*) en el sistema simulado para Banco Chinchorro, Quintana Roó.

Con el modelo de simulación YAREA se representó el escenario de la situación que pudo haber prevalecido en los últimos años en Banco Chinchorro.

En la *figura 3*, se observa el comportamiento de la biomasa, captura y CPUE incrementando el nivel de esfuerzo (f) de 500 viajes (es el estimado hasta 1995 en el sistema real), a 1000, 1500 y 1800 viajes, iniciando los primeros 10 años de simulación con $f = 500$, e introduciendo el cambio en los siguientes 10 años.



*A partir del año siete,
el sistema se
estabiliza, debido a
que es el tiempo de
longevidad de la
especie.*

Para observar el rápido decremento de la abundancia que sufrió la población de caracol en los últimos años, el esfuerzo aplicado en el sistema real debió ser entre 1,500 y 1,800 viajes al año. En la *figura 3c*, se observa cómo con este esfuerzo se alcanzó en tres años una CPUE de alrededor de 30 kg/viaje, que es la observada en la última temporada de captura. El modelo calcula para

una $f = 0$ una biomasa del orden de 800 a 1000 t y con una $f = 500$ viajes de 470 t ± 15 (Fig. 3a).



La biomasa total de la población calculada con el modelo es más realista que la determinada al multiplicar la densidad por el área de distribución del stock, debido a que frecuentemente se tiende a sobrestimar este último, al estar los individuos distribuidos de forma agregada. Esto último ocurrió para Banco Chinchorro, en donde la biomasa había sido determinada en 2,500 t (Cruz *et al.*, 1994). No se tiene suficiente información de las variaciones anuales en el reclutamiento, por ello el modelo se corrió sin variaciones (DS = 0), sin embargo, al estar presentes en la naturaleza estos cambios, la biomasa con una $f = 500$ puede tener una oscilación mayor a las 15 t calculadas con los datos actuales.



Durante ocho años (1987-1995) la abundancia de caracol se mantuvo estable, con un esfuerzo de aproximadamente 500 viajes al año. Con base en el modelo presentado, la biomasa sostenible para ese nivel de esfuerzo es de 470 t ± 15 , ésta se determinó como el punto de referencia objetivo (PRO) para el actual manejo de la pesquería. La CPUE para estos niveles de biomasa es de

70 a 100 kg/viaje, lo cual puede ser observado durante las capturas comerciales.

Con el incremento en el esfuerzo, las capturas aumentaron pero después descendieron nuevamente a ± 40 t (Fig. 3b), pero los bajos niveles de CPUE reducen la renta de la pesca. Por esto último, los pescadores con acceso a la captura solicitaron recientemente que se interviniera con una estrategia de recuperación de la población. La más factible desde el punto de vista de la viabilidad de su vigilancia, es una veda total de la pesquería, durante el tiempo necesario para alcanzar el PRO.

τ Estado actual de la pesquería del caracol rosado

En la *figura 4*, se presenta el escenario de la reducción de la biomasa al aplicarse un esfuerzo de 1800 viajes, el punto de situación actual del recurso en términos de biomasa y las dos posibles opciones: entrar en una veda total o continuar aplicando un esfuerzo de 1800 viajes. De seleccionar la primera opción en aproximadamente dos años es posible llegar al PRO, de no hacerlo la CPUE (y por consiguiente la renta de la pesquería) y la biomasa seguirán disminuyendo pero esto no significa que la especie pueda extinguirse.

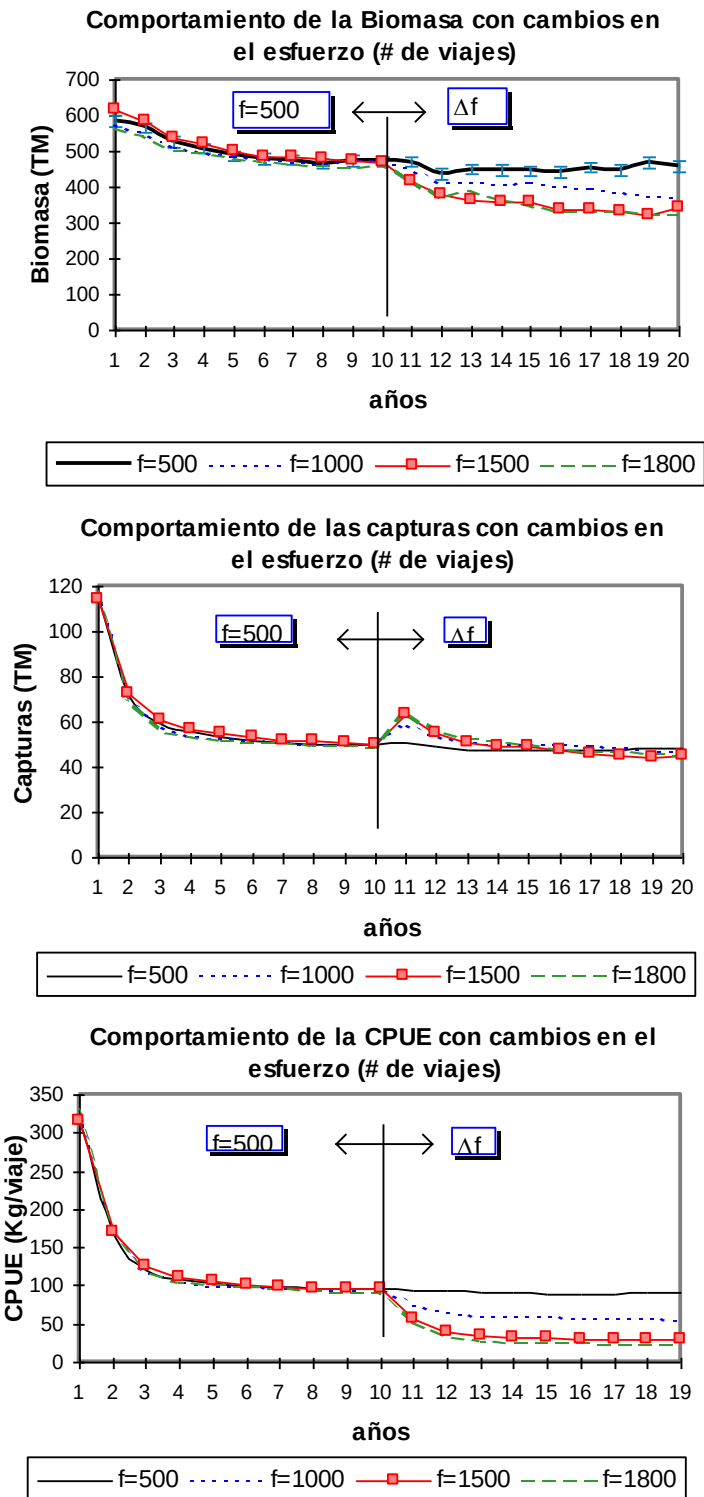


Fig. 3. Comportamiento de la biomasa, esfuerzo y CPUE en el sistema simulado de la pesquería de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro. Los primeros 10 años se ejecutaron con una $f = 500$, a partir del año 10 se introducen los cambios en el esfuerzo

Una vez alcanzado el PRO, será necesario mantener las medidas de administración vigentes y una cuota de 45 t anuales. La experiencia actual nos permitirá definir el punto de referencia límite (PRL) para situaciones futuras. Si es posible que la población se recupere en dos años (con una efectiva ausencia de pesca), el punto de referencia límite podrá estar definido en 350 t (situación actual), de lo contrario será necesario fijar un PRL mayor a 350 t.

Banco de Cozumel: En Cozumel se ha evaluado a la población en 1986, 1989, 1994 y 1996. En la *figura 5*, se presenta la tendencia de la densidad en ind/m^2 . Como se señaló, no hay información disponible de la población de *S. gigas* en Cozumel para el uso de un modelo de estructura por edades, además no se cuenta con información precisa del esfuerzo de pesca aplicado y sus capturas. Lo que si es evidente, es la recuperación que ha mostrado la población durante una veda de seis años (Fig. 5), en la cual se menciona que hubo pesca clandestina.

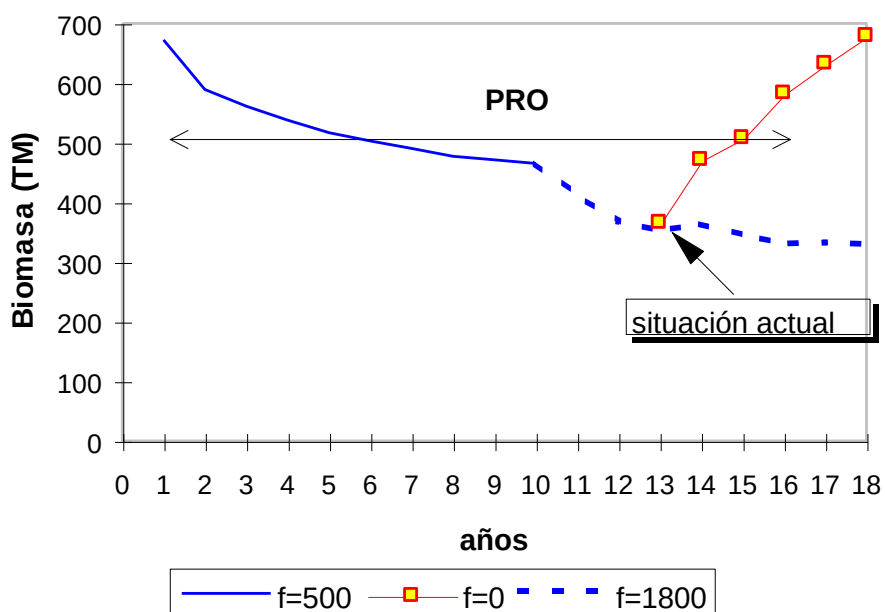


Fig. 4. Escenario de los cambios en la biomasa con un esfuerzo de 500 viajes, un posterior incremento en el esfuerzo a 1,800 viajes y las dos posibles opciones de manejo de la pesquería de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro.

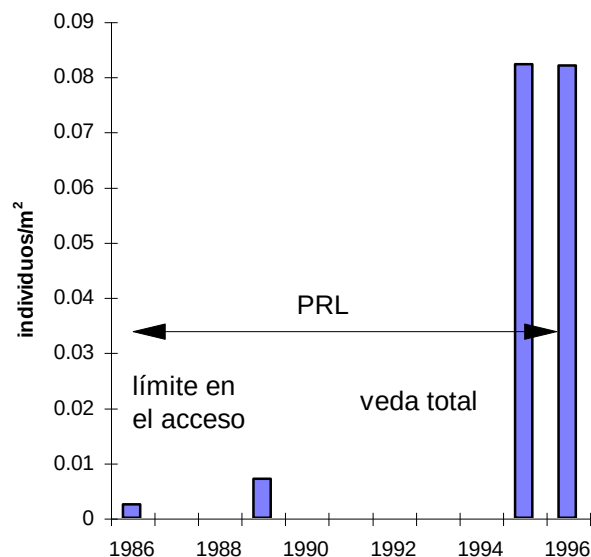


Fig. 5. Densidad media (ind/m²) de *Strombus gigas* en el Banco de Cozumel, durante el periodo de 1986 a 1996. Se presentan las principales medidas de regulación que rigieron en algunas etapas. Se señala la ubicación del punto de referencia límite (PRL).

Actualmente se sabe que la población disminuyó a bajos niveles de abundancia (0.0024 ind/m²) y con diferentes medidas de manejo, algunas de ellas drásticas como la veda total, la población pudo recuperarse hasta alcanzar una densidad de 0.08 ind/m². Se ha mencionado que esta densidad media puede representar el mayor tamaño poblacional que *S. gigas* podrá alcanzar en Cozumel (Basurto *et al.*, en revisión).

El tamaño máximo de la población representa también al valor de B_0 , o biomasa al inicio de la pesquería. En tanto se logra obtener información más completa de la población (crecimiento, mortalidad, reclutamiento, selectividad, distribución y abundancia, etc.) para fijar un PRO, es posible como medida precautoria deter-

minar un punto de referencia límite (PRL) en una densidad de 0.04 ind/m² ($B_0/2$). Este PRL deberá ser redefinido cuantitativamente al contar con más datos.

En noviembre de 1996 se abrió nuevamente la pesquería, con una cuota anual de 12 t. La densidad es evaluada anualmente, en caso de observar a la población próxima a ese PRL, se recomendará explorar una disminución del tamaño de la cuota durante ese año.



PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Strombus gigas es una especie muy vulnerable al arte de pesca, esto la hace susceptible a una pronta declinación de sus poblaciones al incrementarse el esfuerzo de pesca. Por otra parte, en Banco Chinchorro se pudieron observar en corto tiempo los efectos de una mayor pesca clandestina. Sin embargo, la especie ha mostrado poseer una alta capacidad de recuperación en el corto plazo. De los dos bancos de caracol explotados en Quintana Roó, Cozumel y Banco Chinchorro, el primero tiene un nivel de aprovechamiento adecuado, el esfuerzo de pesca no debe incrementarse, como tampoco la extracción de más de 12 t anuales de pulpa de caracol, siendo necesario continuar con las revisiones anuales del estado de sus poblaciones para no rebasar el punto de referencia límite (0.04 ind/m^2).



De igual forma, es importante establecer una estrategia de recuperación en Banco Chinchorro con base en una veda inicial de dos años para alcanzar el PRO de 500 t de biomasa y de 70 a 100 kg/viaje de pesca, lo que permitirá una captura de 45 t en 12 a 15 días de pesca al año.

En el estado actual, la pesquería de *S. gigas* en México no alcanzará niveles de producción superiores a las 57 t que se alcanzaron en los últimos años, no obstante con las estrategias descritas y llevadas a cabo, las poblaciones no estarán en riesgo al menos en los bancos de pesca estudiados. Es posible que en años próximos algunos bancos de caracol en Yucatán puedan reabrirse a la pesca, siempre y cuando existan en ellos densidades que soporten la pesquería y que se encuentre un mecanismo de control del esfuerzo de pesca. Esto último se aplica también y especialmente para la pesquería de caracol en Isla Mujeres.

*La pesca clandestina
es un grave
problema difícil de
resolver que se debe
afrontar.*

Es conveniente analizar opciones de manejo en donde el pescador pueda pagar los costos de vigilancia que en el caso de la pesquería de caracol pudieran no ser altos.

Explorar y probar otras opciones de manejo con el objetivo de incrementar la productividad de las zonas de pesca, como por ejemplo la rotación de áreas de captura, lo cual constituye una probable alternativa para el incremento de la producción.



Programas como repoblar antiguas zonas de pesca de caracol constituye otra opción, pero muchas de las zonas están vinculadas a la costa y ahora estos sitios son ocupados en la industria turística o son potenciales para ese desarrollo. El cultivo o semicultivo de la especie ha sido mencionada como una estrategia para incrementar la producción, pero desafortunadamente los costos de los paquetes tecnológicos son elevados al parecer.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Se carece de suficiente información sobre distribución, abundancia y deriva larval de *S. gigas* en las costas mexicanas y en el Caribe, la cual es necesaria para profundizar en el conocimiento sobre la dinámica de las poblaciones y determinar con mayor precisión aspectos de reclutamiento en los diferentes bancos de pesca.



Instituciones de Investigación como ECOSUR, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología en Puerto Morelos (UNAM) y el CINVESTAV-Unidad Mérida (IPN), cuentan con especialistas en el estudio de este tema, cuya contribución puede representar una valiosa aportación al conocimiento del recurso.

Uno de los compromisos del Gobierno Mexicano es mantener el tamaño de las poblaciones dentro de los límites permitidos señalados.

El uso de métodos ecológicos como la construcción de tablas de vida dependen fundamentalmente de contar con datos confiables de la fecundidad de las diferentes poblaciones, este es un aspecto que no ha recibido la suficiente atención por parte de la comunidad científica.



Para alcanzar el tamaño poblacional adecuado, se desarrolla un programa de monitoreo de las poblaciones sujetas a explotación comercial, lo que permitirá contar con información oportuna para atender las demandas y necesidades del sector pesquero.

Es por ello que los estudios de abundancia poblacional y manejo pesquero realizados por el Instituto Nacional de la Pesca son un

importante aporte al conocimiento del recurso.



REFERENCIAS

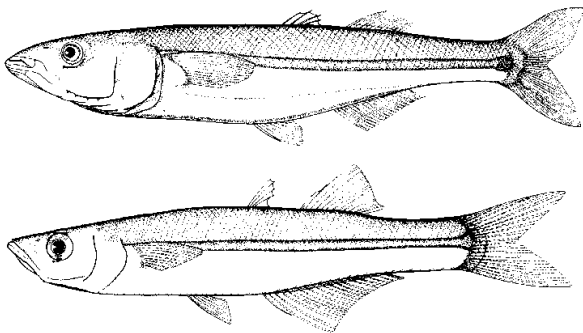
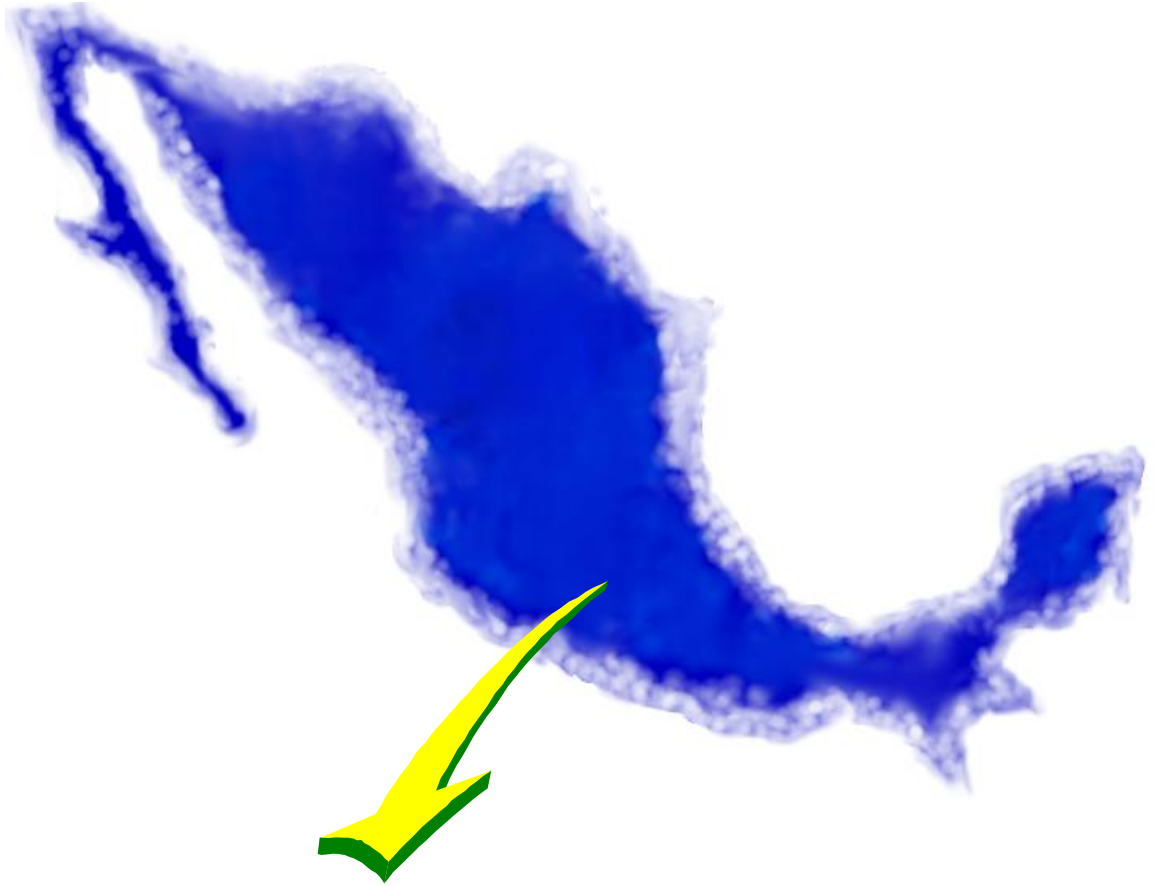
- Appeldoorn, R. S. 1988. Age determination, growth, mortality, and age of first reproduction in adult queen conch, *Strombus gigas* L., off Puerto Rico. Fish. Res. 6 (4):363-378.
- Basurto, M., D. Martínez y P. Cadena. Evaluación de la población de caracol rosado *Strombus gigas* en la plataforma marina de Isla Mujeres y Cozumel, Quintana Roó. Océánides (en revisión).
- Caddy, J. F. 1975. Spatial models for an exploited shellfish population, and its application to George Bank scallop fishery. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1305-1328.
- Chávez, E. y F. Arreguín. 1994. Simulation modeling for conch fishery management. In: Appeldoorn & Rodríguez (eds.). Biología, Pesquería y Cultivo del caracol *Strombus gigas*. Fundación Científica "Los Roques", Caracas, Venezuela: 125-136.
- Cruz, O., M. Basurto, D. Martínez, P. Cadena y R. Fanjul. 1994. Informe final de investigación biológica pesquera del caracol rosado (*S. gigas*) en Banco Chinchorro, Quintana Roó. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Cruz, O. 1995. Evaluación poblacional a los recursos pesqueros almeja blanca (*Codakia orbicularis*) y caracol rosado (*Strombus gigas*) en la Bahía de Punta Herrero de la zona sur de Quintana Roó. CRIP Puerto Morelos. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

- Hesse, K. O. 1979. Movement and migration of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Turks and Caicos Islands. Bull. Mar. Sci. 29 (3):303-311.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish.Tech.Pap. 256.
- Jory, D. E. 1989. La sobrexplotación del caracol *Strombus gigas* impone la conservación y el cultivo. Técnica Pesquera 22 (252): 10-15.
- Navarrete, A., J. Oliva, A. Pelayo, M. Gongora, A. Medina y M. Domínguez-Viveros. 1994. Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de caracol. Convenio CIQRO/SEPESCA (inédito).
- Padilla, S.C. 1992. Estimación de tamaños poblacionales y patrones de movimiento en poblaciones de *Strombus gigas* en Quintana Roó, México. Tesis de Maestría. UNAM. México.
- Pérez, M. y K. Cervera. 1994. Dictamen técnico para la administración del recurso caracol en la zona concesionada a la SSCP "Pescadores de Dzilam de Bravo" S.C.L. CRIP Yucalpetén. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Quijano, F. A. 1988. El recurso caracolero en el Caribe mexicano. En: INP (ed.). Los Recursos Pesqueros del País. Mem. XXV Aniversario del INP, SEPESCA: 497-512.
- Randall, J. E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci. 14: 246-295.
- Rathier, I. & A. Battaglia. 1994. Assessment of the Martinique queen conch fishery and management perspectives. In: Appeldoorn & Rodríguez (eds.). Biología, Pesquería y Cultivo del caracol *Strombus gigas*. Fundación Científica "Los Roques", Caracas, Venezuela : 29-50.
- Rodríguez, L. A. 1994. Análisis de la evolución de la pesquería del caracol en dos estados de la península de Yucatán, México y en una cooperativa de pescadores. In: Appeldoorn & Rodríguez (eds.). Biología, Pesquería y Cultivo del caracol *Strombus gigas*. Fundación Científica "Los Roques", Caracas, Venezuela : 113-124.

- Seijo, J. C., J. Caddy & J. Euan. 1993. Spatial: space-time dynamics in marine fisheries, a bio-economic software package for sedentary species, FAO Computerized Information Fisheries Series 6: 1-116.
- Stoner, A. W., R. N. Lipcius, L. S. Marshall & A. T. Bardales Jr. 1988. Synchronous emergence and mass migration in juvenile queen conch. Mar. Ecol. Prog. Serie 49 (1-2): 51-55.
- Stoner, A. W. 1989. Winter mass migration of juvenile queen conch *Strombus gigas* and their influence on the benthic environment. Mar. Ecol. Prog. Serie 6: 99-104.
- Warmke, G. L. & R. T. Abbott. 1961. Caribbean Seashells. Dover Publications, USA.
- Weil, E. & R. Laughlin. 1984. Biology, population dynamics and reproduction of the queen conch *Strombus gigas* Linné, in the Archipiélago de los Roques National Park. J. Shellfish Res. 4 (1):45-62.



Pesquerías de aguas continentales



pescado blanco

achoque

acúmara

chegua

lobina negra

charal
charal

achoque

carpa

lobina negra

carpa

pescado
pescado
blanco
blanco

tilapia
tilapia

tiro tiro

acúmara

BREVIARIO DE LA PESQUERÍA DEL LAGO DE PÁTZCUARO

ESPECIES: Pescado blanco (*Chirostoma estor*, *Ch. lucius*, *Ch. humboldtianum*), charal blanco (*Ch. grandocule*), charal prieto (*Ch. attenuatum*), acúmara (*Algansea lacustris*), lobina negra (*Micropterus salmoides*), tilapia (*Oreochromis aureus*), carpa común (*Cyprinus carpio*).

- Pesquería multiespecífica artesanal basada en la pesca de 11 especies endémicas y tres introducidas.
- La pesca con chinchorro (existen 88) afecta una alta proporción de los estadios juveniles.
- Carencia de series históricas confiables de esfuerzo pesquero y captura por especie.
- Se desarrolla en un sistema cerrado altamente susceptible a problemas de contaminación y eutroficación del lago.
- La pesquería es de gran importancia para los purépechas, el grupo indígena de la región.

TENDENCIA DE LAS CAPTURAS

- Captura en 1997: 593 toneladas: 22% con respecto al máximo histórico (1988).

TIPO DE MODELO PARA EVALUACIÓN Y MANEJO

- Análisis para series de tiempo (ARIMA) y modelo dinámico bioeconómico.

ESTADO DE LA PESQUERÍA

- En deterioro.

MEDIDAS DE MANEJO

- Veda total de marzo a mayo; tallas mínimas; erradicación del chinchorro; limitar el esfuerzo a un máximo de 7000 redes agalleras; saneamiento integral (multi-institucional) del lago (NOM-009-PESC-1993).

OBJETIVO DE LAS MEDIDAS

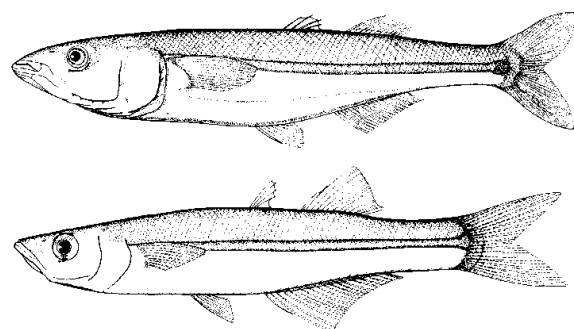
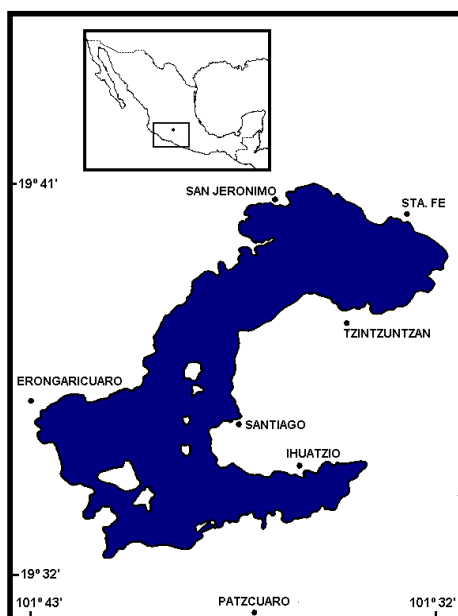
- Permitir la reproducción de las especies para recuperar niveles de las poblaciones.

EL LAGO DE PÁTZCUARO

LA PESQUERÍA

IMPORTANCIA

El lago de Pátzcuaro es 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' de latitud norte y los 101°32' y 101°43' de longitud oeste y tiene una superficie de 92.21 km². A nivel nacional ocupa el segundo lugar en cuanto a volumen de agua.



Es un lago endorreico, lo que significa que el agua proviene de la precipitación pluvial, 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 que se realizan.

El lago alberga en sus aguas una importante fauna ictiológica desde el punto de vista biogeográfico, cultural y económico para las comunidades ribereñas. 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 la construcción de artes de pesca mas efectivas (redes agalleras, chinchorros, mariposas) haciendo que la actividad pesquera se incrementara.

El desarrollo de la actividad pesquera en el lago ha seguido la trayectoria

de la propia cultura tarasca y heredó a las generaciones de nuestra época conocimientos y tradiciones pesqueras que en la actualidad caracterizan al lago y a sus pescadores (Anónimo, 1990).

La actividad pesquera en el lago de Pátzcuaro se caracteriza por ser multiespecífica. En el lago habitan

Ocho de las especies de peces que habitan en el lago son nativas y cinco son introducidas. La pesquería en este lago es multiespecífica.

Tabla 1. Relación de cooperativas, uniones, embarcaciones, artes y equipos de pesca en el Lago de Pátzcuaro, Mich. (SEMARNAP, 1996).

COOPERATIVAS	UNIONES	EMBARCACIONES	ARTES Y EQUIPOS
1	26	791	88 chinchorros
			6,763 agalleras
			39 redes mariposa

trece especies de peces y un anfibio. De las especies de peces, ocho son nativas y cinco son introducidas, de éstas la carpa herbívora, ya no se captura en el lago (Rojas, 1992). También se ha reportado la presencia de dos godeidos, los cuales en los últimos años ya no se han capturado. Las especies nativas, especialmente los aterínidos, son consideradas como las especies dulceacuícolas de mayor valor comercial en el país.

La pesca, que se realiza en 26 áreas distintas del lago, cuenta con la participación de unos 977 pescadores, quienes operan tres tipos diferentes de arte de pesca (Tabla 1).

BIOLOGÍA

Charales

Pertenecen a la familia Atherinidae e incluyen a las especies *Chirostoma attenuatum* “charal prieto”, *Ch. patzcuaro* “charal pinto” y *Ch. grandocule* “charal blanco”, las tres endémicas del lago de Pátzcuaro (Espinosa Pérez *et al.*, 1993).

Estas especies alcanzan diferentes tallas, en general menores a 17 cm. Su reproducción se realiza durante



todo el año pero se acentúa de enero a mayo (De Buen, 1944a; Solórzano, 1963); alcanzan la madurez sexual desde los 5.5 a los 9.0 cm. De acuerdo con Rosas (1976b) las hembras depositan de 400 a 1,200 huevos, según la especie y el peso de la hembra. Son carnívoros que se alimentan de zooplancton en las primeras etapas de su existencia y posteriormente de insectos, crustáceos y pequeños peces.

Las hembras de los charales depositan hasta 1,200 huevos dependiendo de la especie.

Particularizando sobre cada especie, Rosas (1982) señala que *Ch. grandocule* es de hábitos zooplanctófagos desde la etapa larvaria hasta la adulta y que presenta una longitud máxima de 14 cm. Una hembra de 10 g puede desovar alrededor de 600 huevos; esto lo realiza durante la primavera, en las orillas del lago, en zonas con oleaje ligero y con algas filamentosas.

En relación con esto, Rojas *et al.* (1993b), indican que esta especie presenta 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.

τ Pescado blanco

Chirostoma estor, tradicionalmente se conoce como “pescado blanco”; además Alaye (1993) enlista a *Ch. lucius* y Rojas *et al.* (1993a) a *Ch. humboldtianum* como parte de los aterínidos actualmente presentes en el lago. La primera especie se distribuye naturalmente en el lago de Chapala (de donde probablemente se transplantó) y en el río Grande de Santiago, mientras que 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 Pérez *et al.*, 1993).

Ch. estor puede alcanzar tallas de hasta 37 cm, aunque éstos son escasos debido a la sobrepesca (Orbe y Acevedo, 1992). Al igual que los charales se reproduce todo el año pero esta actividad se acentúa de enero a agosto (De Buen, 1944a; Solórzano, 1963) y alcanzan su madurez sexual a los 15.5 cm. Las hembras en cautiverio desovan de 800 a 1,500 huevos (Rosas, 1982).

τ Tiros y cheguas

Con estos nombres comunes se conoce a un grupo de pequeños peces incluidos en la familia Goodeidae, la cual es exclusivamente mexicana; las especies distribuidas en este lago

son *Goodea atripinnis*, *Neoophorus diazi*, *Alloophorus robustus*, *Skiffia lermæ* y *Allotoca vivipara*. Las dos últimas no se han capturado recientemente, por lo que Berlanga *et al.* (1997) las consideran extintas en el lago.

Estas especies presentan un marcado dimorfismo sexual, cortejo nupcial y viviparidad, conllevando una serie de adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas propias del grupo (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986). Como ya se señaló son peces pequeños, cuyas tallas capturadas en el lago van de 6.0 a 16.0 cm.

El “tiro” (*G. atripinnis*) es un pez herbívoro, fitófago que se alimenta de algas filamentosas y de la fauna que en ellas se encuentra (Rosas, 1976a). La “chegua” (*A. robustus*) es carnívora y su alimentación está compuesta de crustáceos, larvas de insectos y pequeños peces.

La reproducción se realiza 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 39.9 para *N. diazi*, 23.7 para *A. robustus* y 19.1 para *G. atripinnis* (Mendoza, 1962).

Se creen extintas
dos especies de
“tiros y cheguas”.

τ Acúmara

Algansea lacustris es una carpa nativa incluida en la familia Cyprinidae, la cual ha llegado a representar hasta el 25% de la producción pesquera total del lago. 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).

Rivera y Orbe (1990) señalan que el desove ocurre entre los meses de noviembre a junio pero que el mayor número observado de ejemplares sexualmente maduros, coincide con los meses en que se lleva a cabo la mayor parte de la captura del año (febrero, marzo, abril y mayo).



Asimismo, indican que durante esa época grandes cantidades de huevos fecundados son extraídos junto con los chinchorros durante la captura y que son aplastados por el peso de ésta o bien, sacados por el oleaje a las orillas, donde perecen.

La talla de primera madurez se ha reportado entre 15.5 a 19.1 cm y las tallas de captura se encuentran entre 8.0 y 28.0 cm, sin embargo la mayor frecuencia de tallas va de 12.0 a 18.0 cm (Orbe y Acevedo, 1992).

La acúmara ha
alcanzado el 25% de
la producción
pesquera total del
lago.

En el lago se lleva a cabo un semicultivo de reproductores maduros que se desovan manualmente; la incubación se realiza en jaulas.



La carpa común es una especie poco apreciada por su bajo valor en el mercado pero forma parte importante en la pesquería del lago. Es un pez omnívoro y detritófago, cuyo periodo de reproducción es de marzo a julio y que desova sobre plantas acuáticas. 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.

Desde el punto de vista económico, la carpa común tiene poco valor.

τ Carpas

Dentro de este grupo de la familia Cyprinidae se encuentra la carpa común (*Cyprinus carpio*) y la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), pero esta última ya no se captura, ya que no se ha reproducido naturalmente en el lago, puesto que sólo se reproduce en los centros acuícolas mediante inducción hormonal y en los ríos que desembocan en la Presa Infiernillo (Rojas, 1992).

La reproducción de la carpa herbívora ya no se realiza de forma natural en el lago, es por ello que actualmente se le induce al desove en los centros acuícolas de la región.

τ Lobina negra

Micropterus salmoides se encuentra incluida en la familia Centrarchidae y es llamada por los pescadores trucha. Fue introducida entre 1929 y 1930 con el objeto de incrementar la producción pesquera y promover el turismo (Solórzano, 1955; Lara, 1980).

La captura de lobina negra en el lago de Pátzcuaro, se orienta hacia organismos de 14 a 20 cm, con un peso máximo de 4.5 kg.

Es una especie carnívora cuyos miembros pequeños se alimentan de

insectos y crustáceos; los mayores de 20 cm además consumen 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.



τ Tilapia

La tilapia (*Oreochromis aureus*) es una especie introducida al lago en 1974, distribuida en lugares someros donde hay vegetación acuática (Rosas, 1982). Su éxito adaptativo se debe a que es omnívora y a que se reproduce varias veces durante el año; actualmente forma parte importante de la pesquería.

Es un pez herbívoro que desempeña la función de pez forrajero de la lobina negra (Orbe y Acevedo, 1992). Se reproduce durante gran parte del año, sobretodo 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, 1996).

La tilapia a pesar de no ser una especie nativa (fue introducida en 1974), es una pesquería importante en el lago.

τ Achoque

Ambystoma dumerilii es un anfibio nativo del lago, el cual es ampliamente consumido a nivel regional, además tiene importancia en la medicina tradicional ya que se le considera con propiedades curativas.



El achoque es el único anfibio que habita en el lago de Pátzcuaro, su importancia es regional y tiene aplicación en la medicina tradicional.

CAPTURA Y ESFUERZO

En el lago los pescadores se encuentran agrupados en 26 uniones de pescadores y una sociedad

cooperativa de producción pesquera, distribuidas en 23 comunidades ribereñas e isleñas del lago, de las que 11 realizan exclusivamente su actividad con redes agalleras y 16 las combinan con chinchorros; todos ellos conformados en los Municipios de Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzán y Erongarícuaro (Orbe y Acevedo, 1996).



El número total de pescadores en el lago es de 977, de los cuales 815 están debidamente organizados, 582 de éstos realizan su actividad permanentemente y 233 realizan su actividad de manera temporal, de diciembre a junio.

Cabe destacar que el número de pescadores organizados en 1993 era de 1,024, disminuyó en 815 durante 1996. Por otro lado, no se sabe con certeza el tipo de pesca que ejercen 162 pescadores, pudiendo ser temporal o permanente (SEMARNAP, 1996).

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. Sin embargo, no existe algún estudio que tipifique a los productores y los 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. Además hay que considerar 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.

El número total de pescadores es de 977, los cuales se encuentran organizados en uniones de pescadores y sociedades cooperativas de producción pesquera.

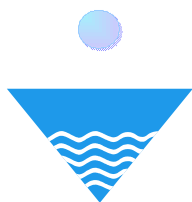
τ Operaciones, equipos y artes de pesca

De las 26 áreas de pesca del lago, las que registran mayor abundancia son las aledañas a las islas Janitzio, Urandén y Jarácuaro. Éstas se encuentran en la parte sur de la laguna (Anónimo, 1990).

En general, las embarcaciones son cayucos de madera impulsados por remos, sus dimensiones son 4.00 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 (Orbe y Acevedo, 1996).

Las artes de pesca utilizadas son chinchorros, redes agalleras, redes mariposas, anzuelos y figas.

Generalmente los chinchorros tienen una longitud que oscila entre 70 y 300 m (Orbe *et al.*, 1988) y una caída de 2.5 m, la luz de malla es de 2.5 cm a 4.5 cm en las alas y de 0.5 cm a 2.0 cm en la bolsa. Su construcción se hace con hilo de algodón y son utilizados normalmente de cuatro a cinco días a la semana.



En 1993 se reportaron 101 chinchorros, de los cuales 88 operan normalmente y 13 se encuentran inactivos por diversas causas. La captura promedio es de 3.0 kg de diferentes especies por lance. La operación 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. Sumando lo que obtienen los 88 chinchorros existentes, representa aproximadamente una captura por día de 1,944 kg de diferentes especies en tallas muy pequeñas. (Orbe y Acevedo, 1996; SEMARNAP, 1996).

Las áreas de mayor pesca se localizan cerca de las islas Janitzio, Urandén y Jarácuaro. El número de las embarcaciones activas ha variado desde 1981, año en el que registró un total de 699 embarcaciones, en 1989 superó el doble (1,246), mientras que en 1996, únicamente se tienen registradas 791.

Las redes agalleras se confeccionan con hilo de algodón o seda, con longitudes de 10 a 15 m y 0.80 m de caída, las aberturas de malla oscilan entre uno y 20 cm. Durante la temporada de pesca alta se ha contabilizado entre 10,000 y 12,000 de este tipo de red, por lo cual son las mas abundantes en el lago (Orbe y Acevedo, 1996).

Las redes mariposa son artes de pesca con abertura de malla de uno a 1.5 cm, también son de hilo de algodón y son utilizadas por los pescadores de la Isla Janitzio principalmente. El número de estas redes ha disminuido con el tiempo y actualmente operan sólo 39.



Un aspecto interesante que hay que señalar es el relacionado con los chinchorros, ya que aunque su número es reducido en comparación con el de las redes agalleras, capturan aproximadamente la mitad de la producción total del lago (SEMARNAP, 1996).

τ 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 1995 fueron obtenidas alrededor de 500 t, con un ligero incremento observado en los años siguientes: 564.6 t en 1996 y 593.2 en 1997.

La producción por especie ha mostrado cambios notables en el periodo de 1981 a 1996:



Por ejemplo, para el **pescado blanco** se registraron 136 t en 1981 pero

para 1996 únicamente se capturaron 8.6 t. Los **charales** de 522 t en 1985 descendieron a 263 t en 1996; la **acúmara** de 660 t en 1988 descendió a 98 t en 1996; la **chehua** de 7 t en 1981 aumentó a 258 t en 1989, pero para 1996 la producción bajó a 71 t. De manera similar la **carpa**, de 56 t en 1981, se incrementó a 636 t en 1988 para registrar únicamente 69 t en 1996. La **lobina negra** de 198 t en 1981 aumenta a 434 t en 1989, para descender a menos de dos toneladas en 1995. La **mojarra tilapia** con 16 t en 1981, se incrementa a 243 t en 1988 y desciende a 54 t en 1996 (Fig. 1).

En 1981 la producción pesquera del lago de Pátzcuaro, registró 737.3 t; en 1988 fueron 2,532.2 t y en 1996 se obtuvieron 564.6 t.

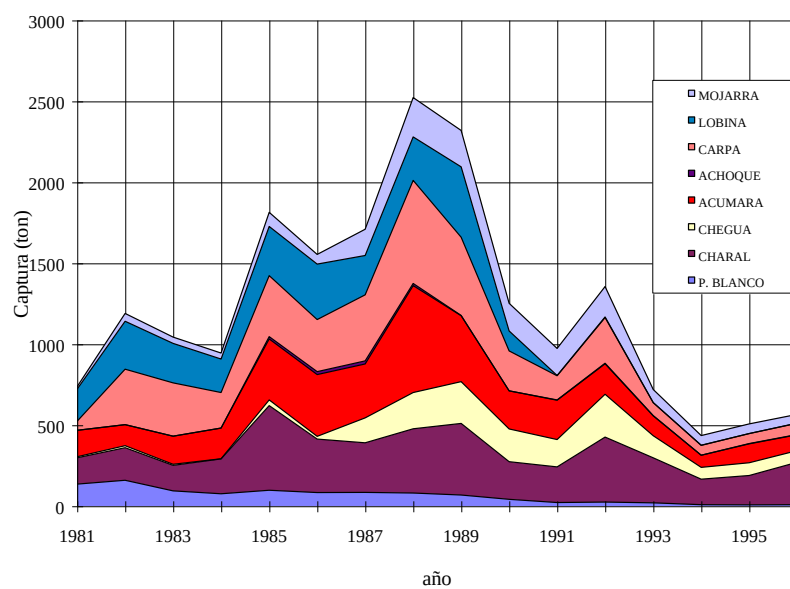


Fig. 1. Producción pesquera anual en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán (datos obtenidos de Orbe y Acevedo, 1996).

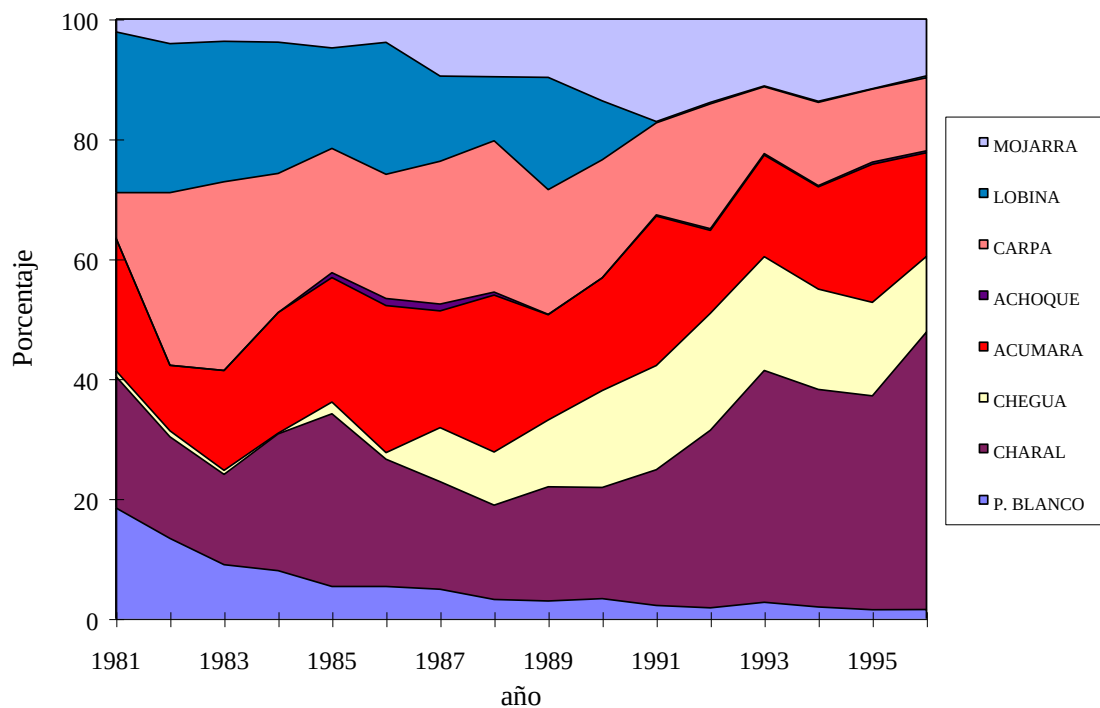


Fig. 2. Proporción de las especies capturadas en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

La proporción de cada una de las especies ha variado a través del periodo que se analiza, sin embargo la carpa, la acúmara, el charal y la lobina han registrado los porcentajes más altos (Fig. 2).

La producción de pescado blanco durante el periodo analizado ha sido menor a la del charal, esto en parte podría explicarse porque en alguna parte del ciclo de vida de todas las especies de *Chirostoma* en la cual las tallas se sobrelapan, los individuos de pescado blanco también reciben el nombre común de charal.

Durante el periodo 1981-1996, la producción por especie ha variado significativamente, en niveles máximos y mínimos, los ejemplos más claros son: acúmara (de 660 a 98 t); lobina (de 198 a menos de media tonelada); pescado blanco (de 136 a 8.6 t) y tilapia (16 a 53.7 t).

La captura anual promedio por pescador en 1987 fue de 1.53 t; ésta disminuyó a 0.65 t en 1991 y en 1996 era de 0.56 t. La tendencia a la baja se ha mantenido, a pesar de haber descendido el número de pescadores registrados.

Esto probablemente explique la disminución del número de equipos

pesqueros, ya que el número de redes agalleras ha disminuido de 9,040 en 1993 a 6,763 en 1996; el de chinchorros de 122 a 88; el de las llamadas “mariposas” de 49 a 39 y el de atarrayas se ha mantenido en 18.



En cuanto a los rendimientos por hectárea, Rosas (1982), señala que para 1974 fue de 30.5 kg, cuando ya se había introducido la lobina, sin embargo, no es posible realizar una comparación debido a que no existe la misma información para antes de la introducción de la lobina. El mismo autor atribuye los bajos rendimientos a las características alimenticias de esta especie carnívora.



Actualmente se observa que los rendimientos por hectárea han aumentado, Rojas (1992), reporta rendimientos promedio por año entre 78 y 239 t/Ha, durante un periodo de 1982 a 1990, probablemente porque al introducirse otras especies como la tilapia y la carpa ocuparon nichos que estaban parcial o totalmente vacíos.



El aumento en el rendimiento por Ha de 1974 al periodo 1982-1990 se puede atribuir a la introducción de la tilapia y la carpa.



De acuerdo con Rojas (1992), uno de los problemas fundamentales que se encuentran al evaluar los rendimientos del lago es que no existe un registro del esfuerzo pesquero, ya que se desconoce el número exacto de unidades de pesca de cada tipo que operan regularmente. Tampoco se cuenta con información sistematizada sobre el tiempo de captura por unidad de esfuerzo.

Debido a la carencia de un registro real del esfuerzo pesquero, es muy difícil evaluar el rendimiento del lago.

Por otro lado, Rosas (1976) señaló que fue en los años treinta cuando se inició la introducción de especies exóticas, ya que la lobina se introdujo en 1933, la carpa herbívora en 1972, la carpa común en 1973 y la tilapia en 1974.

Sin embargo, no se ha llevado un registro sistemático de las operaciones realizadas y del impacto derivado de las mismas (Anónimo, 1990).

La información disponible destaca que todas las introducciones resultaron exitosas en cuanto a que lograron establecer una nueva población en el lago, a pesar de que al parecer, éstas se realizaron sin un sustento técnico, lo que propició nuevas presiones para las especies nativas del lago.

Aunque se tiene registrado el año de la introducción de las especies mencionadas, únicamente para la carpa herbívora se indica una repoblación durante 1974, por lo cual no se conoce para las otras especies otras repoblaciones subsecuentes.

En lo que se refiere a las especies nativas se han realizado actividades de repoblación, específicamente para el pescado blanco y la acúmara.

Las especies que han sido repobladas son el pescado blanco, la carpa herbívora y la acúmara.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

τ Infraestructura

Hasta los años ochenta operaba una planta procesadora de la empresa Productos Pesqueros Mexicanos (PROPEMEX). Después de un pe-

riodo de inactividad esta planta ha sido rehabilitada y actualmente se encuentra en funcionamiento administrada con capital privado.

No existe un conocimiento claro acerca de los centros de acopio existentes en el lago, así como de los canales de comercialización. Sin embargo, González-L. (Delegación Federal SEMARNAP en Michoacán, com. pers.), indica que los centros de acopio se formaron en 1989 a través del Programa de Desarrollo Regional de Instituto Nacional Indigenista y que se encuentran incluidos actualmente en el Convenio de Desarrollo Social del mismo organismo.

Se formaron tres centros ubicados en San Jerónimo, Ojo de Agua y Uricho, contando cada uno de ellos con un local, refrigeradores, básculas y una camioneta.

Los Centros de Acopio se crearon con apoyo del Instituto Nacional Indigenista en 1989. Actualmente los receptores son los domicilios de los representantes de las Uniones.

Actualmente por la baja producción registrada para 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 se indica que el destino de la producción pesquera satisface la demanda del mercado local, influenciado en forma importante por las actividades turís-

ticas y que de igual forma el consumo de los residentes de esta zona absorbe parte de la captura diaria realizada en el lago, por lo que la penetración a otros mercados aledaños no es significativa, previéndose que en el corto plazo seguirá la misma tendencia (Anónimo, 1990).

La importancia comercial de esta pesquería es exclusivamente local.

τ Indicadores económicos

Toledo *et al.* (1980), señalan 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 debido a que es la única actividad en las comunidades de Isla Tecuana, Yunuén y Pacanda. En Espíritu, Tarerio, Ichupio e Islas Urandenes es la actividad más importante, y en otras ocho la pesca es de carácter fundamental.

El acelerado crecimiento demográfico ha generado la necesidad de realizar actividades tendientes a incrementar la productividad del embalse, como son:

- Desarrollo de técnicas eficaces de manejo de los recursos pesqueros.
- Desarrollo de tecnologías de cultivo extensivo e intensivo de

especies nativas que favorezcan su repoblación y producción controlada a fin de contrarrestar la creciente demanda alimenticia.

- Introducción de numerosas especies de peces, mismas que en la actualidad constituyen pesquerías perfectamente establecidas en este embalse.

La pesquería del lago de Pátzcuaro tiene importancia económica local que, en términos relativos tiende hacia la disminución frente a otras actividades.

Del número total de afiliados a 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.



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).

En 1990, se calculaba que el número de personas dependientes de la pesca (que incluye a familiares de los pescadores) era cercano a 7,000 cuando el número de habitantes de la cuenca era de aproximadamente 100,000 personas, 20% de ellos indígenas y 66%, del total, eran campesinos (Anónimo, 1990).

La actividad pesquera en Pátzcuaro, tiende a disminuir ante otras actividades locales. Casi el 38% de los pescadores cuentan con otra fuente de ingresos.

MANEJO

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

Las medidas administrativas que se aplican en el lago se limitan al establecimiento de vedas para el charal y el pescado blanco.

En el caso del charal la veda es de marzo a mayo y para el pez blanco del 15 de marzo al 30 de abril. Sin embargo, los pescadores que participan en los programas de acuicultura tienen un permiso especial para pescar por algunos días.

Se tienen épocas de veda bien definidas para las pesquerías de charal y pescado blanco, pero los pescadores que participan en los programas de acuicultura cuentan con un permiso especial para realizar la actividad pesquera dentro de la temporada de veda.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

τ Información disponible

Dadas las características de la pesquería en este lago, resulta difícil pronosticar las repercusiones ecológicas que el aumento o disminución del tamaño de una población pueda generar sobre las demás especies; además de que uno de los puntos medulares de la pesquería del lago es el esfuerzo pesquero, representado por dos tipos de arte de pesca antagónicos (chinchorros y redes agalleras), de los cuales no han sido evaluados los efectos, además de que al parecer existe una situación de sobreaprovechamiento de los principales recursos, lo cual ha dado lugar al desarrollo de la pesquería de otras especies de menor valor económico.

Diversos trabajos se han realizado sobre la biología pesquera de las especies del lago de Pátzcuaro; entre éstos están: Berlanga *et al.* (1997), García de León (1984, 1985), García de León y Pérez (1996), Jiménez-Badillo (1992), Lizárraga (1981), Lizárraga y Tamayo (1990), Morelos (1987), Pérez y García de León (1985), Rauda (1987), Rojas (1993a, 1993b, 1995) y Rojas *et al.* (1993a, 1993b).

τ Modelo

La captura en el lago de Pátzcuaro está influenciada por múltiples factores ambientales, de intensidad y modalidad de explotación y de interacción entre especies que no están claros del todo; así como no se sabe cuál es su peso específico en la determinación de las tendencias de captura.

En el estado actual del conocimiento de la cuenca, esto dificulta el realizar un análisis causal con base en todas las variables posibles. Pero en este caso se aplicaron dos modelos, uno bioeconómico y otro de series de tiempo.

Debido a la falta de información sobre todo la del esfuerzo pesquero, el establecimiento de medidas administrativas adecuadas para el manejo de los recursos en el lago de Pátzcuaro, no cuenta con el respaldo científico necesario.



Modelo bioeconómico

El análisis con este enfoque para las pesquerías del lago de Pátzcuaro está basado en el modelo bioeconómico básico Gordon-Schaefer modificado para pesquerías tropicales.

Los fundamentos generales se basan en que los cambios en la biomasa en el tiempo están en función de la captura, de los parámetros intrínsecos de la población y de componentes económicos, como el precio y los costos.

Asumiendo que el precio no varía con el nivel de la captura, ni en el tiempo, las ganancias (R) de la pesquería estarían dadas por:

$$R = p(qBf)$$

donde:

p = precio

q = coeficiente de capturabilidad

B = biomasa

f = esfuerzo

El costo total (C), asumiendo que el esfuerzo tiene un costo marginal constante, se obtendría de la siguiente manera:

$$C = cf$$

donde:

c = costo variable

La rentabilidad de la pesquería (π) es el resultado de:

$$\pi = R - C$$

La construcción del modelo para el Lago de Pátzcuaro consideró el problema multiespecífico que se presenta en la pesquería. Además se tomó en cuenta la diversidad en los artes de pesca.

Para el aspecto multiespecies se tomaron en cuenta tres grupos en donde las especies se disgregaron en:

Grupo 1: charales, que son individuos pelágicos de tallas moderadamente pequeñas.

Grupo 2: carpas, tilapias y otros peces omnívoros con hábitos bentónicos, de tallas medianas a grandes.

Grupo 3: pez blanco, que es carnívoro.

tomaron en cuenta tres grupos de redes, de acuerdo con su selectividad (Fig. 3).

Después del proceso de simulación se sumaron las variables de estado para cada grupo; éstas fueron la biomasa, la captura, el esfuerzo y la renta. Con esto se estableció el estado de la pesquería del lago. Para validar el modelo se compararon las capturas calculadas con las observadas y el comportamiento del esfuerzo.

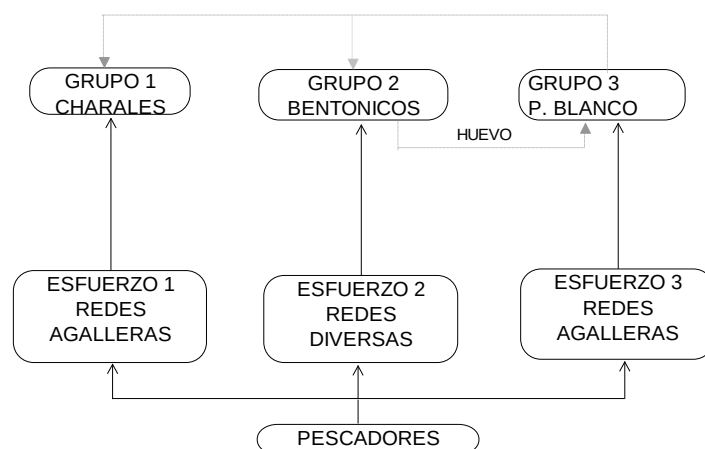


Fig. 3. Principales relaciones tróficas y tecnológicas consideradas en el análisis bioeconómico para el Lago de Pátzcuaro.

La unidad básica de esfuerzo en pesquerías continentales es la red. En el caso del Lago de Pátzcuaro se

Análisis de Series de Tiempo

Para analizar la tendencia de las capturas se empleó un *análisis de series de tiempo del tipo Autoregresivo Integrado de Promedio Móvil* (ARIMA) que permite hacer pronósticos a corto plazo, sin utilizar las posibles relaciones con los diferentes factores.



El uso de la metodología ARIMA es apropiado si se cumple el supuesto de que las observaciones de una serie de tiempo son estadísticamente dependientes o están correlacionadas. En el caso de una serie de datos de capturas, este requisito se cumple pues la captura obtenida en un año dado es dependiente no sólo de las condiciones de ese año (como biomasa, esfuerzo, estado trófico del lago) sino de las que imperaban en el periodo anterior. Lo mismo se puede señalar sobre la dependencia de las condiciones futuras con respecto a las presentes.

El método no asume subjetivamente ningún patrón en los datos históricos *a priori*; sus pronósticos se basan en:

- a) Un análisis de las tendencias suavizadas de la serie de datos.
- b) Las desviaciones de los datos reales respecto del modelo ajustado (Hanke y Reitsch, 1995).

El procedimiento hace una separación de los elementos *determinísticos*

(la tendencia general de la serie), *estocásticos* (dependencia serial de un dato, con respecto al dato anterior) y *aleatorios* (variación al azar, con forma de “ruido blanco”) de la serie de datos, determinando su importancia relativa, e incorporándolos por separado al hacer una predicción.



En general, el método incluye los siguientes pasos, los cuales han sido descritos de manera más detallada por Ato y López (1994) y Hanke y Reitsch (1995):

1. Postular una clase general de modelos a utilizar e identificar un modelo para ser usado tentativamente.

Este paso incluye el calcular el Coeficiente de Autocorrelación, CAC, que expresa el grado de la relación entre el valor de una variable al tiempo t y el valor de la misma en un tiempo $t-k$:

$$CAC_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

donde:

CAC_k = Coeficiente de Auto-correlación para un retraso de k periodos

$\bar{Y}$ = Media de los valores de la serie

Y_t = Observación al periodo t

Y_{t-k} = Observación al periodo $t-k$

También se calcula el Coeficiente de Autocorrelación Parcial -CACP- que mide el grado de relación entre el valor de una variable a un tiempo dado y los valores previos de la misma, manteniendo los efectos de otras variables (como el retraso k) constantes (Ato y López, 1994).

Una vez estimados dichos coeficientes, se compara el patrón de los mismos con los postulados para los modelos generales ARIMA más comunes (que se pueden encontrar, por ejemplo en Hanke y Reitsch 1995) y se elige el más semejante al patrón observado, asignando el modelo general correspondiente.

Por ejemplo, si el patrón de los coeficientes de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial nos lleva a escoger un modelo ARIMA de orden 1 de la forma:

$$Y_t = f_1 Y_{t-1} - w_1 e_{t-1}$$

donde:

Y_t = Valor de la variable Y al tiempo t

Y_{t-1} = Valor de la variable Y al tiempo $t-1$

f_1 = Coeficiente que determina el efecto de Y_{t-1} sobre Y_t

w_1 = Coeficiente que determina el efecto del error e_{t-1} sobre Y_t

2. Estimar los parámetros del modelo.

Los parámetros del modelo elegido se estiman por mínimos cuadrados. Este paso, en contraste con los demás, que involucran el uso del juicio del analista y cierto grado de subjetividad, es bastante mecánico y muchos programas estadísticos lo calculan de manera automática.

3. Validar los supuestos del modelo.

Si el modelo describe el comportamiento de los datos y un análisis de residuos entre la predicción de éste y las observaciones, indica que los errores son pequeños, aleatoriamente distribuidos e independientes. De aquí se determina que el modelo es adecuado. Para poder hacer esto, usualmente es necesario examinar varios modelos alternativos.



4. Realizar los pronósticos.

Si los supuestos son validados, usar el modelo. Si no lo son, volver al paso 2 (estimación de los parámetros del modelo). La predicción incluye, aparte de un valor puntual, los límites del

intervalo de confianza de la misma lo que permite la posibilidad de hacer aseveraciones acerca de la probabilidad de ocurrencia de un rango de valores de la variable de interés, en este caso la captura.



τ **Estado Actual de la pesquería del Lago de Pátzcuaro**

Los resultados que arroja el modelo bioeconómico aplicado indican que los niveles de biomasa en el tiempo pueden llegar a declinar de manera drástica para las pesquerías de charal y de omnívoros (Grupos 1 y 2). Por otro lado, la pesquería de pescado blanco (Grupo 3) se mantiene en niveles menos drásticos aunque también llega a declinar a niveles muy bajos de biomasa.

Estos problemas se pueden atribuir a que el esfuerzo pesquero aumenta debido a los bajos costos de operación, ya que se trata de una pesquería de acceso abierto.

Con el análisis para series de tiempo se analizaron las tendencias de la captura registrada por especie por separado y se obtuvieron las probabilidades de que el pronóstico des-

cendiera por debajo del *Punto de Referencia* elegido, el valor de la captura para cada especie en 1996.



En la *tabla 2* se muestran los resultados del análisis, aunque el pronóstico para el lago en su conjunto es de un aumento en la captura de 5.8%, la probabilidad de que la captura para 1997 sea menor a la de 1996 es del 45.72%.

Lo mismo ocurre para cada especie en particular, si bien para algunas especies se pronostican aumentos, la probabilidad de que la captura en 1997 sea menor que la del año anterior es alta (Fig. 4).

Sin embargo, según los últimos datos del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Pátzcuaro, la captura fue ligeramente mayor en 1997, ya que se obtuvieron 593.21 t.

Esto no quiere decir que hay poca probabilidad de que las capturas sigan bajando. Si la situación del lago de Pátzcuaro permanece sin cambio, éstas posiblemente disminuyan su nivel de producción.

Tabla 2. Resultado de los pronósticos de capturas por especie y total.

	Pescado Blanco	Charal	Chegua	Acúmara	Carpa	Lobina	Mojarra	Total
1996 (t)	8.62	263.2	71.4	98.04	68.9	1.76	53.7	564.6
Pronóstico 1997	7.32	273.36	92.3	95.45	68.18	1.3	59.89	597.8
IC 95% sup ¹	13.58	603.4	1056.7	226.89	295	20.59	189.44	2405.
IC 95%inf ²	3.94	123.8	8.0	40.12	15.76	0.082	18.93	210.6
P(Pr<1996) ³	60.38	46.27	37.60	50.99	50.16	51.24	42.44	45.72

¹ Captura máxima proyectada con un 95% de confianza

² Captura mínima proyectada con un 95% de confianza

³ Probabilidad de que la captura proyectada para 1997 sea menor que en 1996.

(1992) y Orbe y Acevedo (1996).

Las capturas de las especies de mayor valor comercial, como el pescado blanco y la lobina, son las que presentan una probabilidad de reducción más alta, por lo que de no tomarse medidas al respecto, la tendencia al deterioro de la pesquería en el lago continuará, como ya ha sido señalado por Rojas

En resumen, ambos análisis coinciden en que la pesquería del lago de

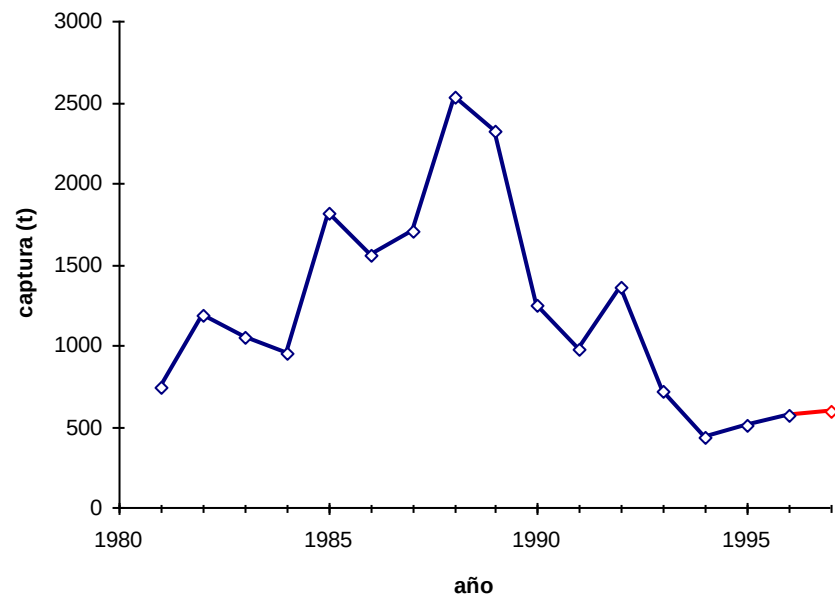


Fig. 4. Producción total anual y predicción para 1997 en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

Pátzcuaro está en deterioro y que requiere la aplicación de estrategias efectivas de recuperación.

Tanto el análisis bioeconómico como el de las series de tiempo coinciden en que la pesquería multiespecífica del Lago de Pátzcuaro está en deterioro y que requiere de estrategias para su recuperación.

PERSPECTIVAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO

La notable disminución en las capturas del lago de Pátzcuaro puede atribuirse a dos causas principales, la evolución del embalse y la sobre-pesca.

En cuanto al primer punto, los procesos de eutroficación y “envejecimiento” del lago se han acelerado debido a actividades humanas, como la erosión y el consecuente azolve resultantes de la deforestación de la cuenca y el vertido de desagües domésticos y de industrias locales, como las de curtiduría (Toledo, 1988; Morales, 1992).

De Buen (1944b, 1944c), señaló el grado de sedimentación notable y la disminución del nivel de agua, también reportó la presencia frecuente de diatomeas del género *Melosira* indicadora de ambientes eutróficos (Mason, 1984). En la actualidad, se pueden observar florecimientos de cianofíceas, otro indicador de eutroficación (Mason, 1984; Hillbricht-Ilkowska y Kajak, 1986).

La transparencia del agua ha disminuido notablemente desde los estudios de Matsui y Yamashita en 1936 (citados por De Buen, 1944b), donde se reportaban de 2.0 a 2.40 m de profundidad del disco de Secchi, pasando por 0.27 a 1.2 m reportados por Mazari (1981) y 0.35 a 0.68 m encontrados por Chacón (1989) y Chacón *et al.* (1991) hasta los 0.1-0.65 m en la actualidad (Bernal-Brooks, 1997).

Bernal-Brooks (1997), señala 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 baja en el nivel del agua.



La actividad humana ha impactado directamente en la condición actual de contaminación del lago de Pátzcuaro, siendo continuamente vertidos en él, aguas residuales domésticas e industriales.

La eutroficación tiene como consecuencia cambios en la composición y en la producción de la ictiofauna.

Generalmente, los carnívoros son los primeros afectados negativamente por la eutroficación y la proporción de ciprínidos (carpas) tiende a aumentar al avanzar ésta. Eventualmente, la producción de peces tiende a disminuir fuertemente en lagos altamente eutrofizados (Mason, 1984; Szczerbowski, 1985). Aunque al presente no hay evidencias de que el deterioro ambiental sea la causa principal de la disminución de las capturas, su influencia será determinante a largo plazo.



Es difícil separar los efectos arriba mencionados de los provocados por las actividades pesqueras. Existen algunos problemas en cuanto a la información disponible con 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 a 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 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 20 y 50 mm y Jiménez-Badillo 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 individuos menores a la talla de primera madurez (Lizárraga y Tamayo, 1990).

nómico se utilizó como Punto de Referencia Objetivo el rendimiento máximo sostenible (RMS).

Una medida de administración para el manejo de la pesquería debe establecer un esfuerzo óptimo que garantice la renovación de la biomasa.

Para ello se calculó el nivel de esfuerzo óptimo para obtener el máximo rendimiento sostenible en términos de capturas E_{RMS} y el que resulta en el máximo rendimiento económico (E_{MRE}) en términos de rentabilidad. Los resultados se muestran en la *tabla 3*.

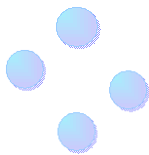


Tabla 3. Rendimiento máximo sostenible (RMS) y máximo rendimiento económico (MRE) calculados en captura y esfuerzo para la pesquería del Lago de Pátzcuaro.

Captura (t)		Esfuerzo (No. de redes)		
	RMS		RMS	MRE
Grupo 1	352	Grupo 1	1,069	1051
Grupo 2	799	Grupo 2	1,735	1707
Grupo 3	68	Grupo 3	763	759
Total	1,219	Total	3,567	3,516

• **Análisis bioeconómico**



Para analizar las medidas administrativas por medio del modelo bioeco-

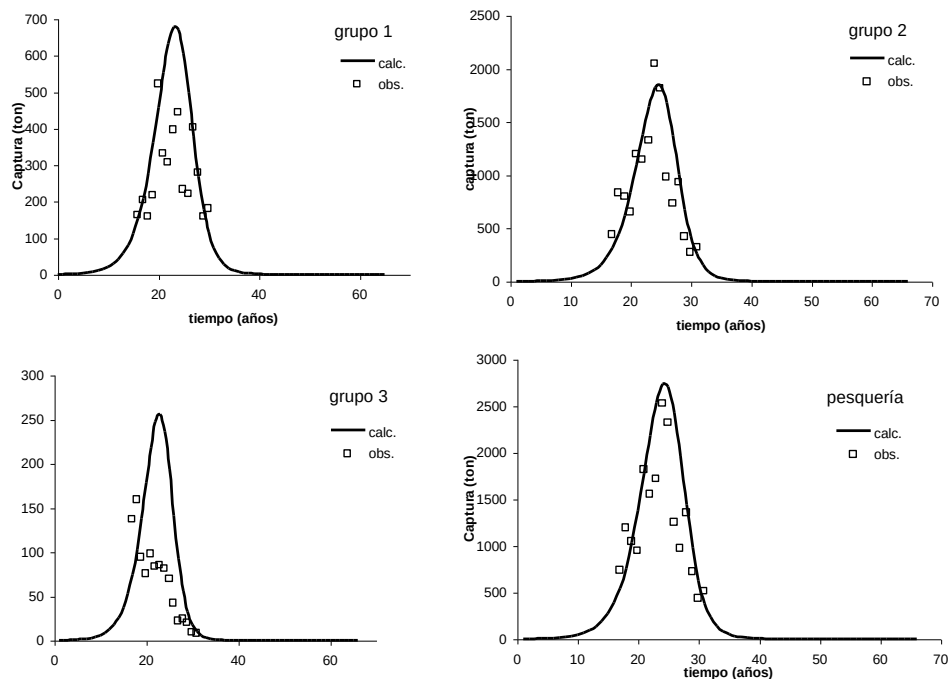


Fig. 5. Comparación de las capturas calculadas (en líneas continuas) con las observadas (cuadros) en cada grupo y en total para el Lago de Pátzcuaro.

La recomendación que se desprende del análisis, es que el esfuerzo en el Lago de Pátzcuaro no debe exceder el nivel de las 3,567 redes agalleras por año. Sin embargo, el resultado del análisis incluye los 88 chinchorros que operaban en 1996 los cuales aportan el 63% de la captura total del lago.

Si se elimina la totalidad de chinchorros el número de redes agalleras que podría operar en el lago se eleva, comprendiendo: 1,650 para charales (malla de 2/3 de pulgada), 2,141 para pescado blanco (malla de 1 ½ pulgadas), y 3,209 para capturar tilapia, carpa, lobina, tiro, chegua, y acúmara (3 ½ pulgadas). Esto da un total de 7,000 redes agalleras.

Derivado de lo anterior, las recomendaciones de manejo son:

- Eliminar los chinchorros.
- Limitar el esfuerzo a un máximo de 7,000 redes agalleras.

La *figura 5* muestra la comparación entre las capturas observadas y las calculadas y que los Grupos de especies analizados han rebasado el rendimiento máximo sostenible.

Esto significa que la pesquería del Lago de Pátzcuaro necesita una estrategia de recuperación. En estos momentos, las estrategias más adecuadas son establecer el esfuerzo óptimo señalado arriba, respetar los periodos de veda y también respetar

las tallas mínimas de captura que recomiendan Orbe y Acevedo (1996) y que más adelante se resumen.

De haber tomado medidas antes, por ejemplo un control efectivo del esfuerzo, la captura se hubiera mantenido en niveles cercanos a las 1,200 t. Las gráficas de la *figura 6* muestran las simulaciones de este análisis.

• Medidas a tomar para el Lago de Pátzcuaro

En el Documento Ejecutivo titulado “Pátzcuaro, el lago que queremos” (Anónimo, 1997), 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) El flujo excesivo de aguas negras y de desechos agroquímicos que se vierten al lago.

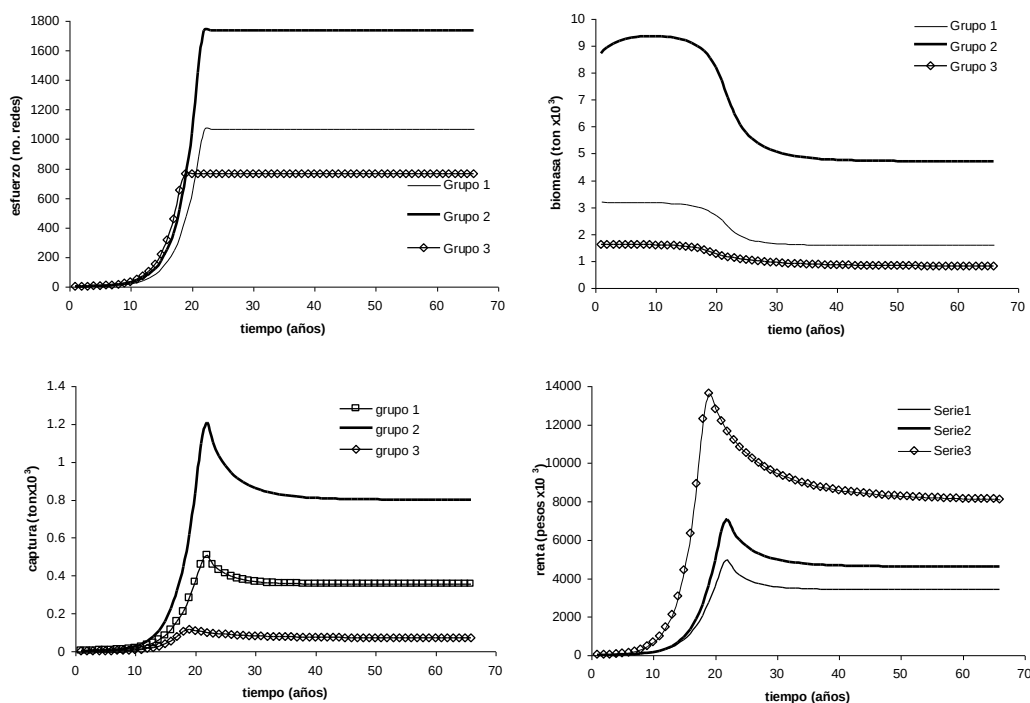


Fig. 6. Variables de estado para la pesquería del Lago de Pátzcuaro mostrando las simulaciones para cada grupo de especies, por medio de la restricción a la entrada de la pesquería por medio de permisos.

- 5) El crecimiento no planeado de los asentamientos urbanos.
- 6) La mala disposición de los desechos.

De ahí que se considere necesario llevar a cabo un *programa de ordenamiento ecológico de la cuenca del lago de Pátzcuaro*, el cual contenga acciones de reforestación, retención de suelos, tratamiento de aguas negras, delimitación de la zona federal, con el fin de evitar la pérdida de superficie, volumen y calidad de agua del embalse, propiciando con ello el mejor desarrollo de las especies acuáticas.



El desarrollo de un programa de ordenamiento pesquero es necesario y prioritario para esta zona, que incluya reforestación y tratamiento de aguas negras, entre otros.

Particularmente en el aspecto pesquero se presentan las propuestas siguientes, la mayoría incluidas en el **Documento sobre Ordenamiento Pesquero**, elaborado por Orbe y Acevedo (1996), las cuales son derivadas de las diferentes investigaciones realizadas en el CRIP Pátzcuaro:

1. Se debe controlar el acceso a la pesca, para lo cual es

necesario que los pescadores estén organizados y registrados. Se debe señalar en los permisos el tipo de embarcación, así como el tipo y número de artes de pesca, con sus especificaciones.

2. Se deberá continuar con el programa de cultivo de especies nativas en las comunidades pesqueras, además de que se prosiga y apoye la investigación para obtener la tecnología de cultivo del pescado blanco y el achoque.
3. Las redes agalleras deben reglamentarse, estableciendo las aberturas de malla adecuadas, de tal manera que los individuos que capturen se hayan reproducido al menos una vez.
4. Las aberturas de malla que deben usarse son:

charal	$\frac{1}{2}$ pulgada
pescado blanco	$1\frac{1}{2}$ pulgadas
acúmara	$2\frac{1}{4}$ pulgadas
mojarra (tilapia)	$3\frac{1}{2}$ pulgadas
lobina	$3\frac{1}{2}$ pulgadas
carpa	6 pulgadas

5. La red mariposa deberá utilizar la abertura de malla adecuada para charal (0.50 pulgadas).
6. Sustituir los chinchorros por redes selectivas, con el objeto que se restablezcan las poblaciones.
7. El respeto a las vedas establecidas para el pescado blanco y charal, así como el

implantar vedas para todas las especies, es esencial.

8. Las tallas mínimas de captura deberán ser determinadas con base en las tallas de primera madurez:

charales	7.0 cm
pescado blanco	20.0 cm
acúmara	20.0 cm
mojarra (tilapia)	20.0 cm
lobina	26.0 cm

9. Rediseñar las bitácoras pesqueras y precisar los registros de captura por organización, pescador, especie y zona. La obligatoriedad de elaboración y llenado de las bitácoras pesqueras deberá ser uno de los requisitos para la expedición de los permisos de pesca, ya que sin un registro adecuado no es posible planificar la actividad pesquera.

10. Ordenar el espacio físico para un mejor uso:

- Marcar corredores de navegación en el interior del lago, particularmente en las rutas de turismo y en las de pesca.
- Establecer zonas permanentes o temporales de restricción a la pesca y a cualquier otro tipo de actividad, estas zonas se ubicarían en las zonas de desove de las especies nativas y endémicas con el fin de asegurar la sobrevivencia de huevos y crías, so-

bre todo mientras no se observe el periodo de veda.

- Promover el establecimiento de áreas de pesca, para que haya un mejor control y fomento de las actividades de acuicultura y repoblamiento.

11. Conocer claramente los canales de comercialización de la pesca.

12. Identificar en cada comunidad las actividades colaterales a la pesca que pudieran desarrollarse, con el fin de elaborar un programa que permita emplear a la mayor parte de los pescadores en las épocas de veda y de ser posible durante el año, restando con esto presión a la pesca.

13. Caracterizar la comunidad de pescadores según sus ingresos, actividades complementarias y empleos alternativos.

CAMPOS DE COLABORACIÓN

Los proyectos de desarrollo que se han realizado en el Lago de Pátzcuaro se han concebido 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. Por lo cual es urgente convocar a un plan de ordenamiento de la cuenca, el cual

integre los aspectos sociales, económicos y ecológicos.

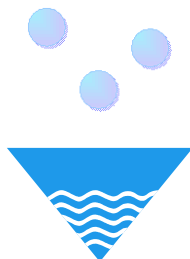


Dicho plan debe:

- a) Normar el desarrollo regional.
- b) Conservar los recursos, bosques, lago, agua y suelo.
- c) Definir estrategias de desarrollo rural de acuerdo con los recursos disponibles y a su manejo.
- d) Definir la acción y práctica gubernamentales.
- e) Estructurar los caminos de comunicación, concertación y participación de los habitantes de la cuenca.



En términos pesqueros en el lago de Pátzcuaro se requiere realizar investigación para definir el esfuerzo pesquero real que se ejerce sobre sus recursos.



Por otro lado, el análisis socio-económico es de importancia para ubicar las actividades productivas de los pobladores de la cuenca y de los

que más cercanamente tienen acceso a la pesca.

Se pretende conocer la estrategia de sobrevivencia de las familias pesqueras y campesinas -comerciantes y artesanos-. De igual forma hay que tomar en cuenta las formas organizativas que tienen los pescadores para la gestión de sus problemas y necesidades, así como los campesinos y otros grupos, y ubicar los niveles de interlocución de los mismos para convocarlos eventualmente para participar en la planeación del ordenamiento pesquero y de otros usos en la cuenca. Es importante considerar la existencia de los talamontes y que probablemente estos pudiesen ser elementos de conflicto en lo relacionado al ordenamiento.



Otro aspecto importante es la realización de estudios sobre la biodiversidad y conservación de la cuenca, ya que en el lago existen especies acuáticas endémicas que se encuentran en peligro de desaparecer.

Se debe profundizar en el conocimiento del cultivo de especies endémicas y de importancia comercial en el lago, como pescado blanco, charales, acúmara y achoque.



Asimismo, los aspectos relacionados con la actividad turística y la comercialización de los productos principalmente pesqueros, en la zona, se han descuidado por lo que se requiere de estudios en los que sean considerados.



Las instituciones y grupos que deben convocarse para realizar colaboraciones de investigación que dirijan a obtener un ordenamiento de la cuenca, en todos sentidos, son:

1) Dependencias Gubernamentales:

- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca

Comisión Nacional del Agua
Subsecretaría de Pesca
Oficina Regional de la SEMARNAP
Instituto Nacional de la Pesca (CRIP Pátzcuaro)
Instituto Nacional de Ecología

- Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias
Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal

- Secretaría de Desarrollo Social.
- Instituto Nacional Indigenista.
- Secretaría de Salud.
- Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Secretaría de Turismo.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

2) Organizaciones de participación regional:

- Unión de Ejidos Forestales "Lázaro Cárdenas".
- Unión Regional de Pescadores del Lago de Pátzcuaro.
- Unión de Uniones de Pescadores del Lago de Pátzcuaro.
- Organización ribereña contra la contaminación del Lago de Pátzcuaro.

3) Universidades

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Facultad de Biología, Laboratorio de Biología Acuática.
- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Instituto de Ecología, Campus Morelia.

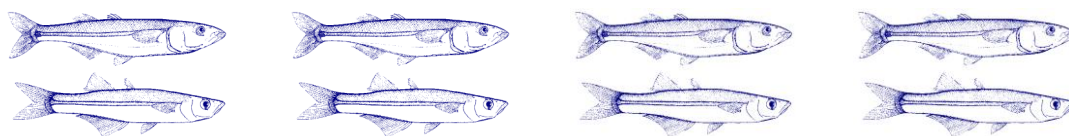


4) Organizaciones no Gubernamentales

- Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C.
- Consultores del Campo, A.C.
- Servicios Alternativos para la Educación y el Desarrollo, A.C.
- GIRA-PNUD.

5) Sociedad Civil y Comunidades rurales y urbanas de la cuenca.

6) Comisión Intersectorial para el Lago de Pátzcuaro.



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).
- Ato, M. y López, J.J. 1994. Fundamentos de Estadística con SYSTAT. Addison-Wesley.
- Berlanga Robles, C., Nepita Villanueva, M.R. y Ruiz Luna, A. 1997. Evaluación preliminar de la edad y crecimiento del tiro *Goodea atripinnis luitpoldi* (Jordan, 1879) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Res. V Cong. Nal. Ictiol. Mazatlán, Sin., 3 al 5 de febrero de 1997.
- 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).

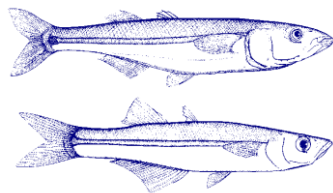
- Chacón, T. A. 1989. A limnological study of lake Pátzcuaro, Mexico, with a consideration of the application of remote sensing techniques. Ph. D. Thesis, University of Stirling, U.K.
- Chacón, T. A., Pérez, R. y Muzquiz, E. 1991. Síntesis Limnológica del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, México.
- De Buen, F. 1944a. La fauna del lago de Pátzcuaro y el medio en que vive. *Revista México Forestal* 22: 1-23.
- De Buen, F. 1944b. Los lagos michoacanos. II. Pátzcuaro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 5 (1-2): 99-125.
- De Buen, F. 1944c. Limnobiología de Pátzcuaro. *Anales del Instituto de Biología* 15 (1): 261-312.
- Díaz-Pardo, E. y Ortíz-Jiménez, D. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichtys viviparus* (Pisces: Goodeidae). *Anales de la Escuela Nacional Ciencias Biológicas* 30: 45-66.
- Espinosa-Pérez, H., Gaspar-Dillanes, M.T. y Fuentes Mata, P. 1993. Listados Faunísticos de México: 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 Pérez V.H. 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.
- Hanke, J.E. & Reitsch, A.G. 1995. *Business Forecasting*. Prentice Hall, New Jersey.
- Hillbricht-Ilkowska, A. & Z. Kajak. 1986. Parametry i wkaazniki przidatne do kontroli zmian funkcjonalnych i structuralnych w ekosystemach jeziornich ulegajacych procesowi eutrofizacji. In: *Monitoring Ekosystemów Jeziornych*. Ossolineum, Varsovia.

- 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. 24 al 27 de noviembre de 1992. México
- Jiménez-Badillo, M.L. y A. Gracia. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de charales (*Chirostoma* spp) (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich. Anales del Instituto de Biología Serie Zoología 66 (2): 205-231.
- Kajak, Z. 1986. Biologia wód sródladowich narodowe wydawnictwo. Rolmicze i les en, Varsovia.
- Lara, A. 1980. Introducción de nuevas especies al lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. Mem. II Simp. Latinoamer. Acua. 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. 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.
- Mason, C. F. 1984. Biología de la contaminación del agua dulce. Alhambra, Madrid, España.
- Mazari H. 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, *Allophorus robustus*, *Goodea luitpoldii* and *Neoophorus diazi*. Biol. Bull. 123 (2): 351-365.
- Morales, 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).

- 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 Nicolas 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 Acevedo, J. 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).
- 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 Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich. México.
- Rivera, L.H. y A. Orbe M. 1990. Contribución al conocimiento de la biología, cultivo y pesquería de la acúmara (*Algansea lacustris*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. In: De la Lanza-Espino, G. & Arredondo Figueroa, J.L. (comp). *La Acuicultura en México; de los Conceptos a la Producción*. Instituto de Biología, UNAM. México: 41-54.
- 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: 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 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 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., G. Mares y 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 del Instituto Nacional de la Pesca (Inédito).
- Rojas, P., L. Jiménez, P. Toledo y 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
- Rosas, M. 1976a. Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont. Tuxtla Gutierrez, Chis. México: 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.
- SEMARNAP. 1996. La pesca en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Oficina Regional en Pátzcuaro (Inédito).
- 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 y Evermann, 1896). Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Secretaría de Industria y Comercio, México.

- Solórzano, A. 1963. Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Dirección General de Pesca. Secretaría de Marina, México.
- Szczerbowski, J. 1985. Rybactwo jeziorowe irzeczne. Panstwowe Wydawnictw Rolnicze i Lesne. Varsovia.
- 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 & P. Avila (eds). Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México: 5-9.
- Toledo, V.M., J. Caballero, C. Mapes, A. Argueta, N. Barrera y M.A. Nuñez. 1980. Los purépechas de Pátzcuaro: una aproximación ecológica. América Indígena 40: 17-37.



Lista
Lista

de
de

especies
especies

LISTA DE ESPECIES

• Camarón

azul	<i>Penaeus stylirostris</i>
blanco del Golfo	<i>P. setiferus</i>
blanco del Pacífico	<i>P. vannamei</i>
blanco del sur	<i>P. schmitti</i>
botalón	<i>Trachypenaeus pacificus</i>
café del Pacífico	<i>P. californiensis</i>
café del Golfo	<i>P. aztecus</i>
crystal o rojo	<i>P. brevirostris</i>
japonés	<i>Sicyonia penicillata</i>
de roca	<i>S. brevirostris</i>
rojo	<i>P. brasiliensis</i>
rojo real	<i>Pleoturus robustus</i>
rosado	<i>Penaeus duorarum</i>
siete barbas del Golfo	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
siete barbas del Pacífico	<i>X. riveti</i>
de Tehuantepec	<i>P. occidentalis</i>
zebra	<i>T. faoea</i>

• Atunes

albacora	<i>Thunnus alalunga</i>
atún aleta amarilla	<i>T. albacares</i>
atún aleta azul	<i>T. thynnus</i>
barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>
bonito	<i>Sarda chilensis</i>
melvas	<i>Auxis spp.</i>
patudo	<i>T. obesus</i>

• Peces Pelágicos Menores

anchoveta norteña	<i>Engraulis mordax</i>
charrito	<i>Trachurus symmetricus</i>
macarela	<i>Scomber japonicus</i>
sardina bocona	<i>Cetengraulis mysticetus</i>
sardina crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>
sardina japonesa	<i>Etrumeus teres</i>
sardina monterrey	<i>Sardinops caeruleus</i>

- **Tiburones y Cazones**

cazón cabeza de pala	<i>Sphyrna tiburo</i>
cazón cangüay	<i>Carcharinus acronotus</i>
cazón espinoso	<i>Squalus cubensis</i>
cazón de ley	<i>Rhizoprionodon terranova</i>
tiburón aleta blanca	<i>C. longimanus</i>
tiburón aleta de cartón	<i>C. falciformis</i>
	<i>C. plumbeus</i>
tiburón ángel	<i>Squatina dumerili</i>
tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>
tiburón coyote	<i>Nasolamia velox</i>
tiburón curro	<i>C. brevipinna</i>
tiburón bironche	<i>R. longurio</i>
tiburón espinoso	<i>Echinorhinus cookei</i>
tiburón grillo	<i>Alopias superciliosus</i>
tiburón limón	<i>Negaprion brevirostris</i>
tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>
tiburón mamón	<i>Mustelus californicus</i>
	<i>M. henlei</i>
	<i>M. lunulatus</i>
tiburón martillo o cornuda	<i>Sphyrna lewini</i>
	<i>S. zygaena</i>
tiburón martillo grande	<i>S. mokarran</i>
tiburón nocturno	<i>C. signatus</i>
tiburón poroso	<i>C. porosus</i>
tiburón puntas negras	<i>C. limbatus</i>
tiburón prieto	<i>C. obscurus</i>
tiburón toro o chato	<i>C. leucas</i>
tiburón zorro	<i>A. pelagicus</i>
	<i>A. vulpinus</i>

- **Abulón**

azul	<i>Haliotis fulgens</i>
amarillo	<i>H. corrugata</i>
aplanado	<i>H. walallensis</i>
chino	<i>H. sorenseni</i>
negro	<i>H. cracherodii</i>
rayado	<i>H. assimilis</i>
rojo	<i>H. rufescens</i>

- **Calamar**

calamar gigante	<i>Dosidicus gigas</i>
• Langosta	
azul	<i>Panulirus inflatus</i>
del Caribe	<i>P. argus</i>
de Revillagigedo	<i>P. penicillatus</i>
roja	<i>P. interruptus</i>
pinta	<i>P. guttatus</i>
verde	<i>P. gracilis</i>
	<i>P. laevicauda</i>
zapatera	<i>Scyllaride nodifers</i>
• Erizo de Mar	
rojo	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>
morado	<i>S. purpuratus</i>
común	<i>Centrostephanus coronatus</i>
	<i>Lytechinus anamesus</i>
• Pepino de Mar	
pepino de mar	<i>Isostichopus fuscus</i>
	<i>Parastichopus parvimensis</i>
	<i>P. californiensis</i>
• Mero	
mero	<i>Epinephelus morio</i>
• Pulpo	
rojo	<i>Octopus maya</i>
patón	<i>O. vulgaris</i>
• Caracol	
caracol rosado	<i>Strombus gigas</i>
• El Lago de Pátzcuaro	
achoque	<i>Ambystoma dumerilii</i>

acúmara	<i>Algansea lacustris</i>
carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>
carpa herbívora	<i>Ctenopharygodon idella</i>
charal blanco	<i>Chirostoma grandocule</i>
charal pinto	<i>Ch. patzcuaro</i>
charal prieto	<i>Ch. attenuatum</i>
lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>
pescado blanco	<i>Ch. estor</i>
	<i>Ch. lucius</i>
	<i>Ch. humboldtianum</i>
tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>
tiros y chehuas	<i>Goodea atripinnis</i>
	<i>Neophorus diazi</i>
	<i>Allophorus robustus</i>
	<i>Skiffia lermæ</i>
	<i>Allotoca vivipara</i>

$$\frac{P(D|\theta)}{P(D|\theta)}$$

$$\hat{\mathbf{c}}_t$$

PRL
PRL

Glosario

Glosario

PRO

$$\frac{P(\theta_j|D)}{P(\theta_j|D)}$$

CANSAR
CANSAR

$$\frac{\Phi(Na,m,\alpha)}{\Phi(Na,m,\alpha)}$$

$$\Phi(Na,m,\alpha)$$

$$F \%BR$$

$$R \quad mv$$

PRB

Z

YAREA
YAREA

ACRONIMOS UTILIZADOS

CANAINPES	Cámara Nacional de la Industria Pesquera
CETMAR	Centro de Estudios Tecnológicos del Mar
CIAT	Comisión Interamericana del Atún Tropical
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
CICAA	Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico
CICESE	Centro de Investigación Científica de Educación Superior de Ensenada
CINVESTAV	Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional
CIP-LA HABANA	Centro de Investigaciones Pesqueras de la Habana, Cuba
CIQRO	Centro de Investigaciones de Quintana Roo
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CRIP	Centro Regional de Investigación Pesquera
CSR/MML	Center for Shark Research/Mote Marine Laboratory (Centro para la Investigación de Tiburones/Laboratorio Marino Mote; E.U.)
DGIEMRP	Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de los Recursos Pesqueros
ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación)
ICMyL	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INP	Instituto Nacional de la Pesca
IPN	Instituto Politécnico Nacional
NMFS	National Marine Fishery Services (Servicio Nacional de Pesquerías Marinas; E.U.)
PNAAPD	Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección de los Delfines
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente
PROPEMEX	Productos Pesqueros Mexicanos
SCPP	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera
SCRS	Standing Committee on Research and Statistics (Comité sobre Investigación y Estadística)
SEFSC	Southeast Fishery Science Center (Centro de Pesquerías del Sureste; Servicio Nacional de Pesquerías de los E.U.)
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEPESCA	Secretaría de Pesca
SIMAC	Sistema de Investigación del Mar de Cortés
SOMEXZOO	Sociedad Mexicana de Zoología A.C.
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
UECyTM	Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
WECAFC	Western and Central Atlantic Fisheries Comision (Comisión Pesquera del Atlántico Oeste y Central)
ZEEM	Zona Económica Exclusiva de Mexico

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

σ	Desviación estándar
$\hat{I}_t$	Índice de abundancia estimado
δ	Parámetro de la distribución normal
%	Por ciento
ρ y α	Parámetros de la ecuación de crecimiento corporal en peso (Ricker 1975, Deriso 1980)
ϕ	Función incidente obtenida de la suma de sobrevivientes
μ	Probabilidad de encontrar al organismo y que sea capturado
Π	Producto
ϕf	Huevos por recluta
ϕN	Número de organismos vulnerables por recluta
$\phi v w$	Biomasa vulnerable por recluta
ϕY	Producción por recluta
a y b	Parámetros de la función stock-reclutamiento
ACLF	Análisis de Cohortes basado en Longitudes de Frecuencia
ARCAA	Área de Reglamentación de la Comisión para el Aleta Amarilla
ARIMA	Modelo Autoregresivo Integrado de Promedio Móvil (siglas en inglés)
B	Biomasa
$B\delta$	Biomasa desovante
B.C.	Baja California
B.C.S.	Baja California Sur
B_e , B_e , BioEq	Biomasa en equilibrio
B_{max}	Biomasa máxima
B_o	Biomasa virgen o inicial
B_{PEM}	Biomasa de la población al nivel donde la producción excedente es máxima
B_{RMS}	Biomasa del stock para RMS, en tm
$B_{tinitial}$	Biomasa inicial
B_{tproy}	Biomasa proyectada a un tiempo t
$B_{tproy-C}$	Biomasa proyectada a un tiempo t con incorporación de una cuota
$B_{tSchaefer}$	Biomasa estimada por medio del modelo de Schaefer
C	Captura
CAC	Coeficiente de Autocorrelación
CACP	Coeficiente de Autocorrelación Parcial
IC	Intervalo de Confianza
CANSAR	Catch at Age ANAlisis for SARDine (Análisis de la captura por edad para sardina)
cm	Centímetros
CPUE	Captura por Unidad de Esfuerzo
cv	Coeficiente de variación

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

Cw	Captura en peso
DET's	Dispositivos Excluidores de Tortugas
$\Delta\tau$	Intervalo de tiempo
E	Tasa de explotación
E.U.	Estados Unidos de América
E _{RMS}	Nivel de esfuerzo óptimo para obtener el máximo rendimiento sostenible
E _{MRE}	Nivel de esfuerzo óptimo para obtener el máximo rendimiento económico
E _{pc}	Edad de primera captura
E _{pm}	Edad de primera madurez
eRec	Edad de reclutamiento
Esft	Esfuerzo observado
f	Esfuerzo de pesca
F	Mortalidad por pesca
F _{%BR}	Mortalidad por pesca que permite la supervivencia de un determinado porcentaje de biomasa reproductora
F/Z	Tasa de explotación promedio
fec	Fecundidad
F _k	Tasa de mortalidad por pesca, por clase de edad
F _{RMS}	Tasa de mortalidad por pesca para RMS (= $r/2$), proporción de biomasa/año
FV	Función de Verosimilitud
g (By)	Función de crecimiento poblacional
G	Tiempo generacional
g ₀	Factor de crecimiento
GPS	Geoposicionador por Satélite
gr	Gramos
HP	Caballos de fuerza
Irec	Índice de reclutamiento
K	Capacidad biológica de carga (tamaño máximo del stock), en tm
k	Constante de crecimiento
kg	kilogramos
km	kilómetros
km ²	Kilómetros cuadrados
L _∞	Longitud infinita
L(B _{tobs} B ₀ , r, P)	Verosimilitud de las biomazas observadas B _{tobs} dados los valores de B ₀ , r y P
L(D _{obs} θ)	Verosimilitud de los datos observados (D _{obs}) dados los parámetros del modelo, donde θ representa los parámetros B ₀ , r, q y P.
LF	Longitud Furcal

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

LM	Longitud del Manto
LMD	Limite de Mortalidad de Delfines
ln	Logaritmo natural
LP	Longitud Patrón
lt	Litros
LT	Longitud Total
M	Mortalidad natural
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
MACL	Método de Análisis de Cohortes por Longitudes
Max	Máximo
MDCO	Modelo de Decaimiento
MDCR	Modelo de Diferencia con Retraso
MEE	Modelo de Estructura de Edades
Min	Mínimo
mm	Milímetros
mn	Millas náuticas
MRE	Modelo de Rendimiento Excedente
MSY	Máximo Rendimiento Sostenible
mv	Máxima verosimilitud
N	Número de organismos en la población
N _e	Números en equilibrio
Ni	Número individuos por clase de talla para la temporada
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-PESC	Norma Oficial Mexicana de Pesca
Nt	Número de individuos al tiempo t
obs	Observado
°C	Grados centígrados
OPO	Océano Pacífico Oriental
P	Probabilidad de captura
PEA	Producción Excedente Actual
PEM	Producción Excedente Máxima
PRB	Punto de Referencia Biológico
PRO	Punto de Referencia Objetivo
q	Coeficiente de capturabilidad
r	Tasa intrínseca de crecimiento
R	Reclutamiento
Re	Reclutamiento en equilibrio
R _{max}	Reclutamiento máximo de la población
RMS	Rendimiento Máximo Sostenible
Ro	Reclutamiento virgen

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

RPMS	Rendimiento Promedio Máximo Sostenible.
RPR	Modelo de Rendimiento por Recluta
S	Sobrevivencia
Σ	Sumatoria
t	Tiempo o edad al tiempo t
t	Toneladas
tm	Toneladas métricas
TML	Talla Mínima Legal
t_0	Parámetro de crecimiento al tiempo cero
TSM	Temperatura Superficial del Mar
u_0	Tasa de explotación inicial
ut	Tasa de explotación
U_t	Tasa fija de aprovechamiento
v	Verosimilitud
V_i	Error de observación
VPA	Análisis de Población Virtual
VT	Verosimilitud Total
W_α	Peso infinito
w	Peso
W_{∞}	Peso máximo
Y/R	Rendimiento por recluta
YAREA	Modelo Espacial Estructurado por Edades
$\bar{Y}$	Media de los valores de la serie (para un modelo de series de tiempo)
Z	Mortalidad total

Autores
Autores

y
y

agradecimientos
agradecimientos

AUTORES

- **Comité Editorial**

Alonso Aguilar Ibarra, Pablo Arenas Fuentes, Luis Beléndez Moreno, José Ignacio Fernández Méndez, Laura López González, Ivone Ortiz Fortunat, Pedro Sierra Rodríguez, Pedro Ulloa Ramírez y Antonio Díaz de León Corral.

- **Diseño**

Laura López González y Luis Beléndez Moreno.

- **Ilustraciones y mapas**

Guillermo Jiménez Bastida.

- **Resumen Ejecutivo**

Pablo Arenas Fuentes y Alonso Aguilar Ibarra.

- **El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) 1997-98**

Pablo Arenas Fuentes, Sergio Reyes Coca, Luis Beléndez Moreno y Laura López González.

- **La Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros en México**

Pablo Arenas Fuentes, Alonso Aguilar Ibarra, Sandra Rita Soriano Velásquez, Francisco García Badillo y María Eugenia Arenas Alvarado.

- **Camarón del Pacífico**

Pedro Sierra Rodríguez, Donaldo E. Acal, Edith Zárate Becerra, Darío Chávez Herrera, Juan Melchor Aragón, Francisco Méndez Tenorio, Alma Rosa García Juárez, Isaías Reyna Cabrera, José Antonio García Borbón y Armando Rosas Cota.

- **Atún del Pacífico**

Pedro Ulloa Ramírez, Pablo Arenas Fuentes y Alonso Aguilar Ibarra.

- **Peces Pelágicos Menores**

AUTORES

Francisco Páez Barrera, Miguel Ángel Cisneros Mata, Ma. Ángeles Martínez Zavala, Agustín Solís Nava, Manuel O. Nevárez Martínez, José Pablo Santos Molina, Lourdes Lyle Fritch, Walterio García Franco y Yanira Green Ruiz.

- **Tiburones del Pacífico Mexicano (Pesquería Artesanal)**

José Leonardo Castillo Géniz, Fernando Márquez Farías, Alejandro Cid del Prado Vera, Sandra Rita Soriano Velásquez, David Corro Espinosa y Cecilia Ramírez Santiago.

- **Tiburones Oceánicos**

David Mendizábal y Oriza, Rafael Vélez Marín y Sandra Rita Soriano Velásquez y José Leonardo Castillo Géniz.

- **Calamar Gigante**

Agustín Hernández Herrera, Enrique Morales Bojórquez, Pedro Sierra Rodríguez, Agustín Solís Nava, Manuel O. Nevárez Martínez, Alejandro Balmori Ramírez, Francisco J. García Badillo, Araceli Ramos Montiel, Francisco J. Guerrero Escobedo y Everardo Miranda Mier.

- **Abulón**

Margarita Orieta Muciño Díaz, Pedro Sierra Rodríguez, José Alfonso Vélez Barajas, Edith Zárate Becerra, Miguel Ángel Reinecke Reyes, José Remedios Turrubiates Morales, Jesús Talavera Maya y José Gilberto León Carballo.

- **Langosta de Baja California**

Armando Vega Velázquez, Carlos Gómez Rojo, Gerónimo Espinoza Castro y Pedro Sierra Rodríguez.

- **Erizo de Mar**

Alfredo Cota Villavicencio, David Aguilar Montero, Juan Manuel Romero Martínez, Francisco Uribe Osorio, Edith Zárate Becerra y Pedro Sierra Rodríguez.

- **Pepino de Mar**

AUTORES

Alonso Aguilar Ibarra, María del Carmen Fajardo León, José Antonio E. Massó Rojas, Georgina Ramírez Soberón y Alexandra Gutiérrez García.

- **Camarón del Golfo de México y Mar Caribe**

Refugio Guillermo Castro Meléndez, Lilia Edith Schultz Ruiz, Armando T. Wakida Kusunoki, José Ignacio Fernández Méndez, Martha Eréndira Sandoval Quintero, Margarita Medellín Ávila, Isaac Hernández Tabares, Gabriel Núñez Márquez, Francisco Aguilar Salazar, Alejandro González Cruz, Jesús Rivas Villegas, Jaime Uribe Martínez, Fernando Soto Aguirre, César A. Severino Hernández y Josefina Santos Valencia.

- **Tiburones del Golfo de México**

José Leonardo Castillo Géniz, Fernando Márquez Farías, Alejandro Cid del Prado Vera, Sandra Rita Soriano Velásquez y Cecilia Ramírez Santiago.

- **Atún del Golfo**

Luis Vicente González Ania, José Luis Patiño Valencia, Guillermo Ortuño Manzanares y Rocío Piña Espallargas.

- **Mero**

Víctor Moreno Castrejón García, Álvaro Hernández Flores, Martín Contreras Gutiérrez, Rogerio Burgos Rosas y Fernando Márquez Farías.

- **Pulpo**

Manuel Solís Ramírez, José Ignacio Fernández Méndez y Fernando Márquez Farías.

- **Langosta del Caribe**

Jaime González Cano, Verónica Ríos Lara, Aurora Ramírez Estévez, Carlos Zetina Moguel, Carlos Aguilar Cardozo, Kenneth Cervera Cervera, Juan de Dios Martínez, Roberto Mena Aguilar y Marco Tito Cobá Ríos.

- **Caracol Rosado**

AUTORES

Martha Basurto Origel, Omar Cruz Domínguez y Donaldo Martínez Vázquez.

- **El Lago de Pátzcuaro**

María Teresa Gaspar-Dillanes, José Ignacio Fernández Méndez, Daniel Hernández Montaña, Araceli Orbe Mendoza, Patricia Margarita Rojas Carrillo y Mónica Patricia Toledo Díaz-Rubín.

AGRADECIMIENTOS

- Francisco Arreguín Sánchez, Billy Ernst, Ray Hilborn, Leonardo Huato Soberanis, Rebeca Romero Álvarez, Juan Carlos Seijo, Terry Walker y Carl J. Walters. **Por su asesoría y revisión en aspectos cuantitativos específicos.**
- Ramón Ayala Murillo, Fernando Bernal Brooks, Leodegario Castro Castro, Héctor Chapa, Jorge Flores Olivares, Dilio Fuentes Castellanos, Patricia Fuentes Mata, Jesús Gallo Ramírez, Mauricio Garduño Andrade, Alfredo González Becerril, María Elena González y de la Rosa, Patricia Guzmán Amaya, Margarita Guzmán Méndez, Mercedes Jacob Cervantes, Luis Gerardo López Lemus, Carmen Monroy García, Mónica Olvera Blanco, Oscar Pedrín Osuna, Manuel Puerto Mocoroa, Rebeca Romero Álvarez, Javier Tovar Ávila, Rolando Martínez Isunza, Gabriel Alonso Martínez y Carlos Perez **Por sus comentarios y la revisión de los textos.**
- La Cámara Nacional de la Industria Pesquera, Confederación Nacional de Cooperativas Pesqueras y Delegaciones Estatales de la SEMARNAP. **Por colaborar en programas de investigación, muestreo y observadores científicos y por aportar valiosa información.**
- Las Instituciones de investigación. **Que han contribuido al conocimiento de los recursos pesqueros de México y cuyos aportes enriquecen este trabajo.**
- Todos los investigadores del INP. **Que a lo largo de los 35 años de existencia de la Institución, han generado resultados de investigación, sin los cuales no hubiera sido posible la realización de este libro.**

Anexo Anexo

Evento de
Evento de
presentación del libro
presentación del libro

Sustentabilidad y Pesca Responsable



Guaymas, Son., 9 de julio de 1998.

Versión estenográfica de las palabras del presidente Ernesto Zedillo, durante la reunión de trabajo sobre la Sustentabilidad de la Pesca en México, que encabezó en el Astillero de Marina No. 6, en este puerto.

Muy apreciado señor Gobernador de Sonora;
Muy apreciada señora Presidenta municipal de Guaymas;
Amigos trabajadores, cooperativistas y empresarios de la industria pesquera mexicana;
Amigas y amigos de Sonora:

Me es muy grato reunirme nuevamente con los representantes del sector pesquero de México.

No es casual que esta reunión se celebre aquí, en este bello puerto sonorense.

Gracias al esfuerzo de sus pescadores, Sonora es el estado que obtiene la mayor y la más valiosa producción pesquera en el país.

Los pescadores sonorenses pueden sentirse satisfechos de haber producido, el año pasado, más de 370 mil toneladas, con un valor cercano, equivalente a los 1,500 millones de pesos. Esto significa que Sonora aportó cerca de una cuarta parte de la producción pesquera nacional.

Con ese mismo esfuerzo, en el primer cuatrimestre de este año, los pescadores de Sonora han producido más de 140 mil toneladas.

Animados por estos resultados, hoy nos reunimos aquí para reafirmar nuestro compromiso con el desarrollo de la pesca en todo el país.

Hoy mismo inauguramos, hace rato, el Centro de Cómputo del Instituto Tecnológico del Mar.

Además, junto con el señor Gobernador, abanderamos la Corbeta Demócrata, cuyo nombre reproduce el del primer buque que entró a reparación en este astillero hace ya cien años.

Esta Corbeta es parte del Proyecto Centenario, con el cual se están sustituyendo unidades de la Armada por embarcaciones nuevas, diseñadas y fabricadas por ingenieros navales mexicanos, para el mejor resguardo y protección de nuestros recursos marítimos.

Con hechos como estos, el Gobierno de la República apoya los pasos decisivos que están dando el sector pesquero y los gobiernos estatales, en la transición hacia el desarrollo sustentable de ésta, tan importante actividad.

Hace cerca de tres años, en otra reunión sobre la pesca, reflexionábamos sobre la necesidad de avanzar más rápido en el establecimiento de sistemas para determinar con objetividad los volúmenes y las técnicas de captura y cultivo más convenientes para la pesca sustentable.

De aquella reunión surgió la decisión de fortalecer al Instituto Nacional de la Pesca, como instancia encargada de la rectoría nacional en materia de investigación pesquera y acuícola.

Afortunadamente, estos esfuerzos han dado fruto y hoy es posible tomar decisiones, con la mejor evidencia científica disponible.

Ejemplo muy destacado de estos avances es el estudio, el documento, el libro que aquí se va a presentar, en el cual, como ya decía el director del Instituto, se establecen los límites de sustentabilidad de 18 pesquerías, que representan 65 por ciento del volumen de la producción pesquera nacional.

Los resultados de éste y otros proyectos que está desarrollando el Instituto Nacional de la Pesca y la red de universidades y centros de investigación del país, nos van a permitir seguir avanzando hacia un manejo integral de nuestros recursos marítimos.

Entre otros objetivos para la pesca sustentable, las investigaciones en marcha nos van a permitir contar, en el año 2000, con la información anual de los 31 principales recursos pesqueros del país, sentando las bases para una toma de decisiones mucho más responsable.

Quiero destacar la creciente disposición de quienes participan en la actividad pesquera, para incorporar a sus prácticas de pesca las recomendaciones que se desprenden de los trabajos científicos, como el que hoy se presenta.

Es esta voluntad la que hoy ha posibilitado la firma del Acuerdo Nacional para la Pesca Responsable, en el que se establece el más serio compromiso de los pescadores del país para lograr un aprovechamiento racional y sostenido de los recursos pesqueros.

El reconocimiento, por el sector productivo, de la necesidad de adecuar el esfuerzo en aquellas pesquerías que han alcanzado su máximo rendimiento, conlleva compromisos que se traducen en responsabilidades

concretas.

La experiencia nos ha demostrado que cuando actuamos con oportunidad y adoptamos las medidas que se requieren --que en algunos casos pueden ser difíciles o dolorosas--, es posible influir positivamente en la recuperación de las pesquerías.

En este sentido, debemos ser capaces de orientar las inversiones hacia el aprovechamiento de los recursos que todavía cuentan con un amplio potencial no utilizado. Este es el caso, por ejemplo, de la sardina, que es la principal pesquería del país en cuanto a volumen, y en cuyo aprovechamiento Sonora está a la cabeza.

A través del otorgamiento de permisos y concesiones de largo plazo, estamos cumpliendo la Ley de Pesca y brindando certeza jurídica a quienes participan en la actividad, y he recogido con enorme interés la urgencia que perciben los pescadores de contar con el Reglamento correspondiente a la nueva Ley de Pesca.

Me informa la secretaria Carabias que los trabajos correspondientes en cuanto a generar los consensos necesarios están muy avanzados, y será posible, en el plazo de los próximos dos meses, contar con la publicación del Reglamento correspondiente.

También, con mucho gusto, el día de hoy se entregan 57 concesiones y 48 permisos para diversas especies, por los periodos máximos que prevé la ley, como expresión de confianza en que ustedes harán el mejor uso de los recursos.

Asimismo, hemos avanzado en la normalización de las pesquerías, estableciendo reglas claras y consensadas para el aprovechamiento de los recursos acuáticos y para combatir la pesca furtiva y las prácticas ilegales.

Para que estas reglas sean efectivas, se requiera la firme voluntad de los pescadores organizados, de los gobiernos locales y de las instituciones financieras.

El reconocimiento de que algunas pesquerías han alcanzado su máximo nivel de aprovechamiento, nos obliga a buscar otras opciones realistas para los pescadores.

Por ello, se han autorizado cruceros de pesca experimental, así como la búsqueda de nuevas áreas de captura y la explotación de especies no comunes a nuestra pesca, como el bacalao negro y el pepino de

mar, entre otras.

Para impulsar la integración de la actividad pesquera, desde la captura hasta el cultivo de especies, y hasta la transformación del procesamiento de productos pesqueros, su comercialización y su consumo, junto con el sector productivo hemos venido trabajando en métodos para asegurar la calidad de los productos de la pesca.

A fines del año pasado, entró en vigor la Norma Oficial Mexicana para la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en todas las plantas de procesamiento de productos pesqueros.

Para promover la aplicación de este sistema, que es un requisito que hoy exigen los mercados internacionales, estamos apoyando con capacitación, con asistencia técnica y con financiamiento, a la industria nacional.

Con los gobiernos de los estados en que se localiza la mayor parte de la planta industrial pesquera, hemos avanzado en la descentralización de la expedición de certificados sanitarios para la exportación.

Estos estados son Yucatán, Baja California y, el día de hoy, Sonora. En breve continuaremos esta tarea con los gobiernos de Baja California Sur, Campeche, Sinaloa y Tamaulipas.

Quiero insistir en que los productores deben participar, todavía más, en el esfuerzo de cumplir las normas sanitarias.

Por su parte, la Secretaría de Salud se mantendrá vigilante a fin de evitar que en el mercado nacional se comercialicen productos que no cumplan los estándares de calidad sanitaria vigentes.

En cuanto a la protección del medio ambiente, debemos tener siempre presente que es preciso cumplir con las normas respectivas en materia pesquera.

Es particularmente importante, evitar que las instalaciones en tierra viertan, en los mares y ríos, aguas residuales o desechos tóxicos. De lo contrario, se corre el muy grave riesgo de afectar irreversiblemente el medio en que se reproducen los recursos pesqueros y, por tanto, la fuente de empleo-ingreso de miles de familias.

Y en ese sentido, conociendo que aquí, en la Bahía de Guaymas comenzamos a tener un problema muy serio de contaminación debido, en parte, al desarrollo urbano, pero también debido a los derrames que hacen las industrias pesqueras aquí establecidas, quiero hacer el más claro, firme exhorto, para que se apresuren los trabajos que yo sé que están en marcha por parte de los

industriales de la pesca, a fin de que en un plazo razonable hayamos podido controlar esos derrames.

Por otra parte, recojo con enorme interés y al mismo tiempo con compromiso, el planteamiento que aquí ha hecho el señor Gobernador para el saneamiento de la Bahía de Guaymas.

Lo que propongo es que, de inmediato, integremos un grupo interinstitucional en el que participarían diversas instancias del Gobierno Federal, de la administración pública federal, el gobierno del estado, el propio gobierno municipal.

Que haya un amplio proceso de consulta con los académicos, con los interesados, a fin de que podamos llevar a cabo un estudio que nos permita determinar con precisión cuáles son las acciones, los proyectos, las estrategias más eficientes que nos conduzcan al saneamiento de la Bahía de Guaymas.

Así que, señor Gobernador, le tomamos la palabra y nos pondremos a trabajar con usted en este proyecto que es tan importante, no sólo para los habitantes de Guaymas, sino para todos los mexicanos.

Por otro lado, en un esfuerzo sin precedentes, estamos trabajando junto con los pescadores para dotarlos de instrumentos eficaces para enfrentar las situaciones de riesgo asociadas con la pesca.

Gracias a las tareas desarrolladas en la Comisión Intersecretarial para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, tenemos ya el inventario de más de 105 mil embarcaciones pesqueras de todo tipo, de las que se ha iniciado ya su registro y matriculación.

Con ello estaremos en mejores condiciones para vigilar las actividades de las embarcaciones y para prestar apoyos eficientes en situaciones de emergencia.

Durante los dos años anteriores, fueron capacitados más de 25 mil pescadores en técnicas de sobrevivencia en el mar, y este año se estima capacitar a 17 mil más.

Con el fin de prevenir accidentes, durante la temporada de huracanes, estamos estableciendo una adecuada coordinación entre los tres órdenes de Gobierno.

Por lo que se refiere a nuestra participación en el ámbito internacional, como activo promotor y firmante del Código de Conducta para la Pesca

Responsable de la FAO, México cumple sus compromisos de impulsar la aplicación de prácticas responsables de conservación, gestión y desarrollo de los recursos acuáticos vivos.

En este año de 1998, proclamado por las Naciones Unidas como el "Año Mundial de los Océanos", México contribuye a su conservación a través de acciones concretas de ordenamiento pesquero, protección de áreas naturales prioritarias, reducción de la contaminación marina y rehabilitación lagunal.

Señor Gobernador;
Amigas y amigos:

Con la participación de todos los que producen y trabajan en nuestra industria pesquera, la pesca en nuestro país ha tenido un gran dinamismo durante los pasados tres años. Fue por eso que en 1997 la producción pesquera nacional alcanzó un máximo histórico de 1.57 millones de toneladas.

Esto demuestra que el potencial de nuestros mares ofrece, todavía, enormes oportunidades para continuar creciendo, para que la pesca siga contribuyendo de manera importante a la alimentación de los mexicanos, a la creación de empleos, a la generación de divisas y al desarrollo regional.

Con información científica, con más y mejor organización, con apoyos más eficientes y, sobre todo, con la participación, con el esfuerzo y el compromiso de todos los que hacen posible esta industria, continuaremos fortaleciendo la sustentabilidad de la pesca en beneficio de las generaciones presentes y futuras de nuestro querido México.

Muchas gracias.

Ernesto Zedillo Ponce de León

Guaymas, Son., 9 de julio de 1998.

Versión estenográfica de las palabras del Dr. Antonio Díaz de León Corral, Presidente del Instituto Nacional de la Pesca, con motivo de la presentación del libro "Sustentabilidad y Pesca Responsable. Evaluación y Manejo 1997-1998."

SR. PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DR. ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEÓN

SR. GOBERNADOR DEL ESTADO DE SONORA LIC. ARMANDO LOPEZ NOGALES

DISTINGUIDOS MIEMBROS DEL PRESIDIO

SEÑORAS Y SEÑORES. AMIGOS TODOS

Este es, un día muy especial, diría que histórico, para la pesca mexicana en su conjunto.

Hoy, el señor presidente de la República, Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León, hace el anuncio oficial a la nación de la presentación del libro "Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1997-1998" elaborado por el Instituto Nacional de la Pesca.

En este trabajo se da cuenta del estado que guardan las 18 principales pesquerías del país; de los niveles permisibles de captura; el máximo esfuerzo aplicable; así como de las estrategias de manejo y administración para aquellas que todavía tienen potencial de desarrollo; las que se encuentran ya en los límites máximos de captura y las que, por encontrarse en estado crítico, reclaman la adopción de medidas urgentes y drásticas.

Este documento, es el fruto de un gran esfuerzo de los investigadores, técnicos y administrativos, de ahora y de tiempos ya muy pasados del INP. A todos ellos, nuestro reconocimiento.

Como se sabe, el Instituto Nacional de la Pesca tiene como misión fundamental proporcionar el soporte científico y tecnológico para la toma de las decisiones relativas al manejo sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas del país.

Esta tarea, reviste una importancia capital, porque si bien el adecuado manejo de las pesquerías requiere fundamentarse en la mejor evidencia científico-técnica disponible, también es cierto que la institución tiene una responsabilidad ética y política superior, que es la de velar por la preservación del hábitat, en el cual se desenvuelven y renuevan las poblaciones, y se estructuran las comunidades del medio acuático. Así como atender oportunamente las preocupaciones y opiniones de los pescadores y de la sociedad en general.

De ahí la gran importancia que tienen los planteamientos del "Código de Conducta para la Pesca Responsable", en el que se establecen los principios y normas para el manejo, la conservación y el desarrollo de las pesquerías; respetando la biodiversidad y los ecosistemas. Reconociendo, también, la importancia nutricional, económica, social y cultural de la pesca, y los intereses de todos aquellos que se relacionan con el sector pesquero.

El presente trabajo, marca un hito en la investigación pesquera del país; ya que por primera vez se hace un tratamiento cuantitativo y el análisis sistematizado de una gran cantidad de información histórica de la que sólo el INP dispone. Se han empleado nuevos métodos y enfoques como la modelación dinámica, que incorpora la incertidumbre generando opciones de manejo que evalúan el riesgo en la toma de decisiones.

Incluye elementos vanguardistas en el manejo de pesquerías, como son los puntos de referencia, cuya base conceptual proveniente del enfoque precautorio se establece para determinar estándares de estado de las pesquerías.

La obra no sólo brinda una utilidad instrumental, en la medida que se revisan las tendencias históricas de la captura y el esfuerzo, se determina el estado que guardan las pesquerías que en él se abordan y se realizan simulaciones que permiten proponer escenarios de aprovechamiento de los recursos. Sino que se constituye también en un activo teórico-práctico muy importante para la planeación y el diseño de políticas públicas que buscan compatibilizar la conservación de los recursos, su fomento productivo; incluso, el combate a la pobreza.

Con la incorporación de estos enfoques y métodos, el INP inicia una nueva etapa en su historia como institución de investigación, en el área de pesquerías del gobierno de la república.

Y el documento que hoy se da a conocer a México, constituye la muestra más palpable de esta nueva etapa.

No es casual que el desarrollo de las concepciones sobre sustentabilidad y pesca responsable en el ámbito internacional, ocurra

precisamente ahora, que la situación de las pesquerías del mundo resulta por lo menos preocupante, en muchos de los casos.

El acceso abierto y la ausencia de derechos de propiedad han generado deterioro de los recursos y ecosistemas marinos, sobrecapacidad; excesivo esfuerzo aplicado, uso de artes de pesca poco selectivas, entre otros problemas.

Estos, han forzado a gobiernos, instituciones de investigación y organizaciones no gubernamentales, a intensificar sus esfuerzos para encontrar alternativas de solución que permitan definir estrategias para internalizar los costos ambientales del desarrollo, y que se podría resumir en un sencillo aserto: El alcanzar un nuevo *status* de pesca sustentable en todos los mares del mundo.

En México, la ciencia pesquera moderna es una disciplina científica relativamente nueva. La tarea por hacer es monumental, y es la de atender la gran demanda de investigación de alta calidad que el estado de deterioro de los recursos pesqueros del país, reclama con urgencia.

Esa es una de las razones por las que en el INP se han venido desarrollando cursos, talleres, y otorgando becas para hacer posgrados en México y en países del extranjero. Se busca contar con una base de investigadores de alto nivel, capaces de plantear y resolver los problemas de la investigación que la sustentabilidad de la pesca exige.

Hoy, la toma de decisiones requiere de mecanismos de participación activa y corresponsable de los agentes involucrados, como una realidad incuestionable, para obtener los consensos necesarios.

Durante la presente administración, se ha tenido especial cuidado en promover e instrumentar el uso de estos mecanismos de manera sistemática.

Por lo pronto, se reconoce que la participación de los productores, académicos, gobiernos de los Estados, organismos financieros y organizaciones no gubernamentales, ha sido intensa y decidida (y a veces tensa), y las decisiones se han tomado con el concurso de los usuarios. Mostrando siempre la mejor evidencia científica disponible, como criterio de verdad para arribar a decisiones conjuntas bajo consenso; despolitizando cada vez más el manejo de la pesca.

Hoy, nos acercamos a los escenarios del co-manejo, tal como lo señala el "Código de Conducta para la Pesca Responsable". La transparencia en la toma de decisiones es, pues, una realidad que hay que fortalecer y

consolidar día a día.

El trabajo coordinado entre el Instituto, la Subsecretaría de Pesca y la PROFEPA, para cumplir y hacer cumplir el cometido de desarrollar una pesca responsable tal y como lo marcan los lineamientos del "Programa de Pesca y Acuacultura 1995-2000", ha sido y es condición insoslayable para el logro de los planteamientos antes señalados.

Estamos conscientes del papel y la responsabilidad tan importante que nos toca desempeñar generando la opinión, el dictamen o el informe de investigación, para lograr una pesca responsable y sustentable.

Nuestro compromiso inmediato, es la actualización y continuación del trabajo de investigación con relación a las demás pesquerías, revisando las 18, que hoy se presentan y aumentándolas hasta completar las 31 que conforman el paisaje principal de la pesca mexicana, y que durante el transcurso de los próximos 2 años de la actual gestión serán dados a conocer a los usuarios y a la sociedad mexicana en su conjunto.

Sr. Presidente, Señor Gobernador, Señores Pescadores, Amigos todos:

La pesca mexicana puede y debe ser, una actividad sustentable y responsable, para continuar siendo la base del ingreso y bienestar de miles de familias mexicanas.

Desde la visión del Instituto Nacional de la Pesca, la investigación constituye, como se ha dicho, el fundamento para mantener las pesquerías y la acuacultura en los niveles de sustentabilidad recomendables, es decir, con rentabilidad económica, social y ecológica.

Si llegamos a un estadio de este nivel del Desarrollo Sustentable, podremos dormir tranquilos sabiendo que nuestros hijos y nietos podrán también vivir de estos recursos que hoy nos nutren y que hoy estamos tratando de proteger en su beneficio.

Muchas gracias...

Antonio Díaz de León Corral

Acuerdo Nacional para la Pesca Responsable

Aceptando que el derecho a pescar conlleva la obligación de hacerlo de manera responsable a fin de asegurar la conservación y la administración racional de los recursos acuáticos vivos.

Reconociendo que el manejo sustentable de los recursos pesqueros en el territorio nacional y en aguas internacionales es condición *sine qua non* para asegurar la oferta alimentaria de productos pesqueros que requiere nuestro país.

Reafirmando que el aprovechamiento de los recursos pesqueros debe darse dentro de una práctica que respete el medio ambiente y los ecosistemas.

Teniendo en cuenta la importancia económica y social que guarda la actividad pesquera y acuícola dentro de la economía nacional por su generación de alimentos, riqueza, empleos y divisas, en sus distintas modalidades de pesca comercial, fomento, deportiva, acuicultura industrial y rural, y en la actividad industrial y comercial derivada.

Subrayando la necesidad de lograr la sustentabilidad en la utilización y manejo de los recursos naturales pesqueros, a través de la administración federal de éstos, con la coadyuvancia de los Estados y Municipios, que se fundamente en la mejor evidencia científica disponible, que desarrolle tanto la autoridad como las universidades y centros de investigación nacionales y del exterior.

Destacando la importancia de adoptar las directrices que emanan del Código de Conducta para la Pesca Responsable, generado y adoptado en el seno de la FAO en 1995, a iniciativa de México, a través de la Declaración de Cancún de 1992, cuyo objetivo es la promoción voluntaria del manejo sustentable de los recursos pesqueros por parte de las autoridades, legisladores, científicos y principalmente de todos aquellos dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas en todas sus modalidades.

Considerando que los principios recomendados por el código mencionado están ya contenidos en el Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 1995-2000 y en el marco jurídico vigente y que este último debe concebirse como un elemento dinámico que se adecue a las necesidades del cambiante entorno de desarrollo de la actividad pesquera y acuícola del país.

Los signatarios de este *Acuerdo Nacional para la Pesca Responsable* nos comprometemos solemnemente a seguir los principios, políticas y prácticas que a continuación se señalan:

1. INVESTIGACION

1.1 Promover y apoyar el desarrollo de una investigación adecuada en todos los aspectos de la pesca, incluyendo biología, ecología, tecnología, economía, ciencias sociales, acuacultura y ciencias nutricionales, con objeto de que la utilización de los recursos pesqueros se realice de forma sustentable.

1.2 Promover y apoyar el desarrollo de investigaciones sobre la selectividad de las artes de pesca y su impacto ambiental sobre las especies que son objeto de la pesca y de las capturas incidentales a fin de minimizar las capturas no utilizadas, así como salvaguardar la biodiversidad de los ecosistemas marinos, costeros y dulceacuícolas.

1.3 Apoyar técnica y financieramente los esfuerzos gubernamentales para fortalecer la capacidad nacional de investigación y contribuir con la información necesaria año con año para la conformación de una base de datos que apoye oportunamente los procesos de análisis y evaluación de las pesquerías y las labores de recopilación de información, permitiendo la participación de observadores a bordo de las embarcaciones y en las instalaciones pesqueras en tierra.

2. MARCO JURIDICO

2.1 Participar en las iniciativas gubernamentales que tengan por objeto evaluar el marco normativo y proponer, a las autoridades competentes, mejoras al mismo, que promuevan la aplicación de medidas de conservación y el uso sustentable de los recursos pesqueros, incluyendo, en su caso, sanciones suficientemente severas que hagan efectivo el cumplimiento de dichas medidas.

3. ORDENAMIENTO PESQUERO

3.1 Promover el desarrollo de la actividad pesquera, evitando la sobreexplotación y el exceso de capacidad de pesca, así como el diseño y la aplicación de medidas de ordenamiento, a fin de asegurar que el esfuerzo de pesca no rebase la capacidad de reproducción y reclutamiento de los recursos pesqueros.

3.2 Promover la aplicación del criterio de precaución en la conservación, la ordenación y la explotación de los recursos acuáticos vivos, con el fin de protegerlos y de preservar el medio en que se desarrollan, de conformidad con la mejor evidencia científica disponible.

3.3 Participar en los esfuerzos para rehabilitar las poblaciones de las especies que se encuentren disminuidas.

3.4 Dar cumplimiento a los acuerdos, normas y reglamentaciones establecidas para el uso sustentable de los recursos pesqueros, el respeto a las zonas y épocas de veda, las técnicas y artes de pesca establecidas, las cuotas y tallas de captura, tamaño de la flota, localización y extensión de proyectos acuícolas, protección de zonas de manglar y otros elementos relevantes en el entorno.

3.5 Reducir al mínimo la contaminación, desperdicios, descartes, capturas por artes de pesca perdidos o abandonados, capturas de especies no objeto de la pesca, aplicando medidas tales como el perfeccionamiento de artes y técnicas de pesca selectivos rentables y compatibles con el medio ambiente.

4. PRODUCCION DE ALIMENTOS

4.1 Procurar el desarrollo de la actividad pesquera a fin de que esta actividad participe en mayor medida en la generación de alimentos, contribuyendo así a los esfuerzos por alcanzar la seguridad alimentaria.

4.2 Promover la oferta de productos pesqueros a precios accesibles de tal forma que exista un consumo generalizado de éstos.

4.3 Promover que la captura, cultivo, transporte, almacenamiento, procesamiento y distribución de los productos pesqueros, se realice de forma que se mantenga su valor nutritivo, calidad e inocuidad.

4.4 Promover el consumo de productos pesqueros, difundiendo las medidas de conservación de los recursos.

5. EMPLEO Y DESARROLLO REGIONAL

5.1 Promover el desarrollo de la actividad pesquera a fin de que ésta contribuya a la generación de empleos y el desarrollo regional.

5.2 Impulsar la definición, integración y actualización de normas de competencia laboral de carácter nacional que busquen el incremento en la productividad.

5.3 Velar por dotar a los pescadores de las mejores condiciones de capacitación y seguridad social que permitan su mejor desempeño.

5.4 Procurar que en el desarrollo de la actividad pesquera se tomen en cuenta las necesidades de las comunidades dedicadas a esta actividad y se promueva su desarrollo económico y social.

6. INDUSTRIA COMPETITIVA

6.1 Impulsar el desarrollo de la industria pesquera conforme a los más estrictos sistemas de control de calidad a fin de asegurar que los productos nacionales sean competitivos en el exterior.

6.2 Participar en las consultas y actividades convocadas por las autoridades competentes, para la elaboración y aplicación de acuerdos y disposiciones que faciliten y fomenten el comercio, tanto nacional como con el exterior, de productos pesqueros.

7. PROCESAMIENTO

7.1 Cumplir con las normas de garantía de calidad y asegurar que dichas normas se apliquen de manera efectiva en toda la cadena productiva.

7.2 Asegurar que los métodos de procesamiento, transporte y almacenamiento sean ecológicamente adecuados.

7.3 Alentar a quiénes intervienen en el procesamiento, la distribución y la comercialización de los productos pesqueros a que:

- Reduzcan las pérdidas y los desperdicios posteriores a la captura y al cultivo.
- Utilicen los recursos, especialmente el agua y la energía de una manera ecológicamente adecuada.

7.4 Impulsar que la actividad de procesamiento promueva la producción de productos con mayor valor agregado y de nuevas presentaciones.

8. INSPECCION Y VIGILANCIA

8.1 Contribuir y apoyar los esquemas nacionales de seguimiento, control, vigilancia y ejecución de las leyes en lo que se refiere a la pesca y la acuicultura.

8.2 Promover el cumplimiento y la aplicación de las medidas de conservación y ordenamiento, y procurar el establecimiento de mecanismos propios y eficaces, según proceda y sin menoscabo de la competencia de las autoridades correspondientes, para vigilar y controlar las actividades de sus embarcaciones e instalaciones de cultivo, transformación y comercialización.

8.3 Contribuir financieramente con los esfuerzos que llevan a cabo las autoridades a fin de desarrollar esquemas de vigilancia y supervisión.

9. DIFUSION

9.1 Llevar a cabo acciones de difusión necesarias, a fin de que todos los que participan en la actividad pesquera, reciban oportunamente información sobre

las leyes y reglamentos que norman la actividad pesquera, así como sobre los convenios internacionales pertinentes y las normas ambientales y de otro tipo aplicables que son fundamentales para velar por que las operaciones de pesca se lleven a cabo de manera responsable.

9.2 Promover la adopción de este Acuerdo por parte de todos aquellos agentes económicos que participan directa o indirectamente en la pesca y en la acuicultura.

Hecho en Guaymas, Sonora, el día nueve de julio de 1998.

**POR LA CAMARA NACIONAL DE LA
INDUSTRIA PESQUERA**

LIC. ALFONSO ROSIÑOL LLITERAS
(Rúbrica)

**POR LA CONFEDERACION NACIONAL
COOPERATIVA PESQUERA**

C. JORGE MUÑOZ VILLANUEVA
(Rúbrica)

TESTIGO DE HONOR

JULIA CARABIAS LILLO
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA
(Rúbrica)

ACUERDO NACIONAL PARA LA PESCA RESPONSABLE

Acordando que el derecho a pescar conlleva la obligación de hacerlo de manera responsable a fin de asegurar la conservación y la administración racional de los recursos acuáticos vivos.

Reconociendo que el manejo sustentable de los recursos pesqueros en el territorio nacional y en aguas internacionales es condición sine qua non para asegurar la oferta alimentaria de productos pesqueros que requiere nuestro país.

Reafirmando que el aprovechamiento de los recursos pesqueros debe darse dentro de una práctica que respete el medio ambiente y los ecosistemas.

Teniendo en cuenta la importancia económica y social que guarda la actividad pesquera y acuícola dentro de la economía nacional por su generación de alimentos, riqueza, empleos y divisas, en sus distintas modalidades de pesca comercial, fomento, deportiva, acuicultura industrial y rural, y en la actividad industrial y comercial derivada.

Subrayando la necesidad de lograr la sustentabilidad en la utilización y manejo de los recursos naturales pesqueros, a través de la administración federal de éstos, con la coadyuvancia de los Estados y Municipios, que se fundamente en la mejor evidencia científica disponible, que desarrolle tanto la autoridad como las universidades y centros de investigación nacionales y del exterior.

Destacando la importancia de adoptar las directrices que emanan del Código de Conducta para la Pesca Responsable, generado y adoptado en el seno de la FAO en 1995, a iniciativa de México, a través de la Declaración de Cancún de 1992, cuyo objetivo es la promoción voluntaria del manejo sustentable de los recursos pesqueros por parte de las autoridades, legisladores, científicos y principalmente de todos aquellos dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas en todas sus modalidades.

Considerando que los principios recomendados por el código mencionado están ya contenidos en el Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 1995-2000 y en el marco jurídico vigente y que este último debe concebirse como un elemento dinámico que se adecue a las necesidades del cambiante entorno de desarrollo de la actividad pesquera y acuícola del país.

Los signatarios de este *Acuerdo Nacional para la Pesca Responsable* nos comprometemos solemnemente a seguir los principios, políticas y prácticas que a continuación se señalan:

9. DIFUSION

9.1 Llevar a cabo acciones de difusión necesarias, a fin de que todos los que participan en la actividad pesquera, reciban oportunamente información sobre las leyes y reglamentos que norman la actividad pesquera, así como sobre los convenios internacionales pertinentes y las normas ambientales y de otro tipo aplicables que son fundamentales para velar por que las operaciones de pesca se lleven a cabo de manera responsable.

9.2 Promover la adopción de este Acuerdo por parte de todos aquellos agentes económicos que participan directa o indirectamente en la pesca y en la acuicultura.

Hecho en Guaymas, Sonora, el día nueve de julio de 1998.

**POR LA CAMARA NACIONAL DE LA
INDUSTRIA PESQUERA**

LIC. ALFONSO ROSIÑOL LLITERAS

**POR LA CONFEDERACION NACIONAL
COOPERATIVA PESQUERA**

C. JORGE MUÑOZ VILLANUEVA

TESTIGO DE HONOR

JULIA CARABIAS LILLO
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA



INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Pitágoras 1320
Col. Santa Cruz Atoyac
03310, México, D.F.

<http://inp.semarnap.gob.mx>



SEMARNAP



INP